ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 NOVEMBRE 1910.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE PICARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse ampliation du Décret, en date du 23 novembre 1910, qui autorise l'Académie à accepter le legs fait à son profit par M. Antoine-Henri Becquerel.

M. **Darboux** fait hommage à l'Académie de la deuxième édition du *Traité de Mathématiques générales à l'usage des chimistes, physiciens, ingénieurs et des élèves des Facultés des Sciences*, par M. E. Fabry, Ouvrage dont il a écrit la Préface.

M. **d'Arsonval** fait hommage à l'Académie de la *Monographie sur l'état actuel de l'industrie du froid en France*, offerte aux Membres du IIe Congrès international du Froid, Vienne, 6-11 octobre 1910, par le Comité de participation, publiée sous la direction de M. *J. de Loverdo*.

M. d'Arsonval signale spécialement la reproduction de passages significatifs de la lettre dans laquelle M. *Pictet* reconnaissait, le 19 janvier 1878, l'antériorité indiscutable de M. *L. Cailletet* dans la liquéfaction des gaz permanents.

M. Y. **Delage** fait hommage à l'Académie de la douzième année (1907) de *l'Année biologique*.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Associé étranger, en remplacement de M. *Schiaparelli*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 47,

MM. H. Lorentz	obtient.	30 suffrages	
Schwendener	»	9	»
Metchnikoff	»	4	»
van't Hoff	»	2	»
Lockyer	»	1 suffrage	
Sauvage	»	1	»

M. H. Lorentz, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant, pour la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de M. *Ray Lankester*, élu Associé étranger.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 41,

MM. Lord Avebury (Sir John Lubbock)	obtient.	28 suffrages	
J. Lœb	»	8	»
O. Hertwig	»	3	»
H. von Jhering	»	1 suffrage	
Sauvage	»	1	»

Lord Avebury, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel annonce le décès de M. *Angelo Mosso*, Correspondant de l'Académie pour la Section de Médecine.

M. Ch. Francotte, élu Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, adresse des remercîments à l'Académie.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Astronomie cambodgienne*, par F.-G. Faraut.
2° *Théorie des séries à termes constants*, par E. Fabry.
3° *L'évolution des théories géologiques*, par Stanislas Meunier.
4° Compagnie française des Chemins de fer de l'Indo-Chine et du Yun-nan : *Le chemin de fer du Yun-nan*. (Renvoi au Concours du prix Caméré de l'année 1912.)

MM. A. Chantemesse, Stanislas Meunier, M. d'Ocagne prient l'Académie de vouloir bien les compter au nombre des candidats à la place d'Académicien libre vacante par le décès de M. *Jules Tannery*.

MM. Thiroux, Miramond de Laroquette adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

M. Ch. Eberhardt adresse des remercîments à l'Académie pour l'attribution d'une subvention prélevée sur le Fonds Bonaparte.

ASTRONOMIE. — *Identité de la comète Cerulli avec la comète Faye.* Note de M. G. Fayet, présentée par M. B. Baillaud.

L'examen des éléments paraboliques, calculés par M. Ebell à l'aide des trois premières observations (*Astr. Nach.*, n° 4454), nous a immédiatement fourni la conviction que le nouvel astre était une comète à courte période : la faiblesse de l'inclinaison et le voisinage de 180° pour l'élément $\omega = \pi - \Omega$ constituent en effet des indices auxquels nous avons grande confiance.

Néanmoins, la distance périhélie publiée ne permettait pas d'affirmer l'identité de la nouvelle comète avec un astre déjà catalogué ; à notre demande, M. Krassowsky voulut bien effectuer quelques calculs concernant

l'orbite publiée et, en utilisant ces résultats, nous avons pu établir l'identité du nouvel astre avec la comète Faye.

En effet, en acceptant le système d'éléments que M. Strömgren a donné pour le retour de cet astre en 1903, et en admettant un déplacement d'une semaine environ dans l'époque du passage au périhélie, il m'a été possible de représenter l'observation de la comète Cerulli du 11 novembre 1910, avec des écarts ne dépassant pas 5'.

Le doute n'était plus permis et d'ailleurs nous venons d'apprendre que l'identification avait été reconnue également, d'une façon absolument indépendante, par un de nos confrères américains et par M. Ebell lui-même.

Les observations, gênées du reste par la Lune et le mauvais temps, embrassent un intervalle de temps encore trop restreint pour qu'il soit possible de déduire des éléments osculateurs bien précis, et ceux que nous donnons ici ne sont que provisoires.

Au lieu d'employer la méthode de la variation des distances, qui ne pouvait pas encore nous conduire à une bonne valeur du moyen mouvement, nous avons préféré adopter un demi-grand axe voisin de celui donné par M. Strömgren, puis appliquer une méthode analogue à celle publiée jadis par Hornstein (Vienne, 1854) et dans laquelle on a recours à l'équation de Lambert.

Nous avons utilisé trois groupes, formés chacun de deux ou trois observations obtenues les 10, 15 et 22 novembre, à Besançon, Nice et Paris, et que nos collègues MM. Chofardet, Javelle, Chatelu et Giacobini ont bien voulu nous communiquer.

Voici les éléments provisoires conclus, en admettant la valeur $\log a = 0,57940$, qui correspond à peu près aux éléments de M. Strömgren :

$$T = 1910 \text{ Oct. } 27,89 \text{ T. m. Paris}$$

$$\left.\begin{array}{l} \Omega = 206^\circ 27',9 \\ i = 10^\circ 37',3 \\ \omega = 196^\circ 19',3 \end{array}\right\} 1910,0$$

$$\varphi = 34^\circ 32',0$$

Ces éléments laissent subsister dans notre lieu moyen les écarts suivants :

$$(\text{O}-\text{C}) \ldots\ldots\ldots \quad d\lambda = +0',1 \qquad d\beta = +0',2$$

Ils diffèrent d'ailleurs excessivement peu de ceux donnés par M. Ström-

gren pour 1903, et dont voici le relevé :

$$\begin{aligned} T &= 1910 \text{ Oct. } 23{,}72 \text{ T. m. Paris} \\ \Omega &= 206^\circ 36' \\ i &= 10^\circ 37' \\ \omega &= 198^\circ 59' \\ \varphi &= 34^\circ 25' \\ \log a &= 0{,}57908 \end{aligned} \quad \left.\begin{matrix} \\ \\ \\ \end{matrix}\right\} 1910{,}0$$

Seul l'élément ω s'écarte de presque 3°. Cela peut s'expliquer en partie par cette circonstance que les perturbations considérables subies par la comète, de la part de Jupiter, en 1899, n'ont été évaluées que d'une façon approchée.

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète Cerulli-Faye, faite à l'équatorial de la tour de l'Est.* Note de M. C. **Popovici**, présentée par M. B. Baillaud.

Date. 1910.	Temps moyen de Paris.	ΔAR.	ΔP.	Nombre de comp.	AR apparente.	Log. fact. parall.	P apparente.	Log. fact. parall.
Nov. 22...	$10^h.29^m.36$	$-3^m.38^s,69$	$+1'.49'',4$	9	$3^h.37^m.18^s,00$	$\bar{1}$,030n	$84^\circ.15'.25'',7$	0,781n

Position de l'étoile de comparaison.

Gr.	Asc. droite moyenne, 1910,0.	Réduction au jour.	Dist. pol. moyenne, 1910,0.	Réduction au jour.	Autorité.
6,6	$3^h.40^m.53^s,42$	$+3^s,27$	$84^\circ.13'.52'',4$	$-16'',1$	A. G., Leipzig II, 1379

A cause des brumes, la comète est à la limite de la visibilité; on observe tout de même une condensation centrale.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur un théorème de M. Darboux.* Note de M. G. **Tzitzéica**.

M. Darboux a démontré, d'une manière indirecte, le théorème suivant : *La condition nécessaire et suffisante pour que les lignes asymptotiques se correspondent sur les deux nappes de la surface focale d'une congruence de droites est que les six coordonnées de chaque droite de la congruence, qui sont*

fonctions de deux paramètres variables, vérifient une même équation linéaire aux dérivées partielles du second ordre (*Théorie des surfaces*, t. II, p. 345).

Je me propose de démontrer ce théorème par une voie qui peut servir à édifier une théorie projective des congruences précédentes, congruence W, et à donner en même temps une théorie géométrique des équations de Laplace à six solutions quadratiques.

Je représenterai à cet effet chaque droite $x(x_1, x_2, \ldots, x_6)$ de notre espace euclidien à trois dimensions par un point de la variété quadratique Γ à quatre dimensions ayant pour équation

$$\omega(x) = \Sigma a_{ik} x_i x_k = 0 \qquad (i, k = 1, 2, \ldots, 6),$$

dans un espace linéaire S_5 à cinq dimensions.

1. Pour démontrer que la condition de M. Darboux est nécessaire, nous partons de l'une des surfaces focales (F) que nous supposons rapportée à ses lignes asymptotiques (u, v). Les deux tangentes aux lignes asymptotiques qui se croisent en un point M de (F) seront représentées sur Γ par deux points y et z, qui décrivent, lorsque M varie, deux variétés à deux dimensions, deux surfaces, sur lesquelles les courbes $u =$ const. et $v =$ const. tracent des réseaux conjugués; de plus, ces réseaux (y) et (z) sont les réseaux focaux de la congruence (yz) formée par les droites yz, lesquelles, on le démontre aisément, sont des génératrices de Γ.

Considérons maintenant la deuxième surface focale (F′) de notre congruence W. Au point M′ de (F′) où la droite MM′ de la congruence touche (F′), il correspondra, comme au point M de (F), deux points y' et z' de Γ. On aura donc dans S_5 une nouvelle congruence $(y'z')$ formée par les génératrices y', z' de Γ. Comme la droite MM′ fait partie en même temps du faisceau des tangentes en M à (F) et de celui des tangentes en (M′) à (F′), son point représentant x sur Γ sera commun aux droites yz et $y'z'$. On pourra poser

$$x_i = \frac{\partial y_i}{\partial u} = \lambda \frac{\partial y'_i}{\partial u} \qquad (i = 1, 2, \ldots, 6),$$

et comme on a

$$\omega(y) = 0, \qquad \omega(y') = 0, \qquad \omega\left(\frac{\partial y}{\partial u}\right) = 0,$$

on démontrera aisément que les x_i vérifient une même équation de Laplace et que par conséquent le point x décrit une surface (x) sur laquelle les développables des congruences (yz) et $(y'z')$ tracent un même réseau conjugué : c'est là la condition nécessaire de M. Darboux.

2. Pour démontrer que la condition est suffisante, nous partons d'un réseau conjugué (x) tracé sur Γ et nous devons faire voir qu'il existe deux convergences (yz) et $(y'z')$ formées par des génératrices de Γ, dont les développables se correspondent et tracent sur (x) le réseau considéré. Soit

$$\frac{\partial^2 x}{\partial u\,\partial v}+a\frac{\partial x}{\partial u}+b\frac{\partial x}{\partial v}+cx=0 \tag{1}$$

l'équation de Laplace que vérifient les x_i $(i=1, 2, \ldots, 6)$. Comme x se trouve sur Γ, on a $\omega(x)=0$.

Si nous supposons que les congruences (yz) et $(y'z')$ existent, le foyer y par exemple sera défini par

$$\frac{\partial y_i}{\partial u}=x_i\left(\frac{\partial \mu}{\partial u}-b\mu\right),\qquad \frac{\partial y_i}{\partial v}=\mu\left(\frac{\partial x_i}{\partial v}+ax_i\right)\qquad (i=1, 2, \ldots, 6), \tag{2}$$

où la solution μ de l'équation adjointe de (1) devra être choisie de manière qu'on ait $\omega(y)=0$. Or, à l'aide de cette condition et de (2), on tire

$$\omega(y|x)=0,\qquad \omega\left(y\left|\frac{\partial x}{\partial u}\right.\right)=0,\qquad \omega\left(y\left|\frac{\partial x}{\partial v}\right.\right)=0,\qquad \omega\left(y\left|\frac{\partial^2 x}{\partial u^2}\right.\right)=0, \tag{3}$$

$\omega(y|x)$ désignant la forme polaire de $\omega(x)$. Considérons le point t défini par le système

$$\omega(t|x)=0,\quad \omega\left(t\left|\frac{\partial x}{\partial u}\right.\right)=0,\quad \omega\left(t\left|\frac{\partial x}{\partial v}\right.\right)=0,\quad \omega\left(t\left|\frac{\partial^2 x}{\partial u^2}\right.\right)=0,\quad \omega\left(t\left|\frac{\partial^2 x}{\partial v^2}\right.\right)=0, \tag{4}$$

et qui décrit un réseau (Darboux, t. II, p. 184). Comme on a, en vertu de (4),

$$\omega\left(\frac{\partial t}{\partial v}\left|x\right.\right)=0,\qquad \omega\left(\frac{\partial t}{\partial v}\left|\frac{\partial x}{\partial u}\right.\right)=0,\qquad \omega\left(\frac{\partial t}{\partial v}\left|\frac{\partial x}{\partial v}\right.\right)=0,\qquad \omega\left(\frac{\partial t}{\partial v}\left|\frac{\partial^2 x}{\partial u^2}\right.\right),$$

il résulte de (3) que y se trouve sur une des tangentes du réseau (t). Bref, les congruences (yz) et $(y'z')$, si elles existent, sont harmoniques, suivant la nomenclature de M. Guichard, au réseau (t).

Pour démontrer l'existence de ces congruences, nous partons directement du réseau (t) et nous montrons facilement que le réseau (x) en est un réseau dérivé (Guichard, *Ann. de l'École Normale*, 1897). On pourra

donc poser

$$x_i = \begin{vmatrix} t_i & \frac{\partial t_i}{\partial u} & \frac{\partial t_i}{\partial v} \\ \theta & \frac{\partial \theta}{\partial u} & \frac{\partial \theta}{\partial v} \\ \theta' & \frac{\partial \theta'}{\partial u} & \frac{\partial \theta'}{\partial v} \end{vmatrix} \qquad (i = 1, 2, \ldots, 6),$$

θ et θ' étant deux solutions de l'équation de Laplace que vérifient les t_i. Considérons les points $\bar{y}$ et $\bar{z}$ définis par

$$\bar{y}_i = \frac{\partial \bar{\theta}}{\partial v} t_i - \bar{\theta} \frac{\partial t_i}{\partial v}, \qquad \bar{z}_i = \frac{\partial \bar{\theta}}{\partial u} t_i - \bar{\theta} \frac{\partial t_i}{\partial u} \qquad (i = 1, 2, \ldots, 6),$$

où l'on a $\bar{\theta} = m\theta + m'\theta'$, m et m' étant des constantes. La droite $\overline{yz}$ passe par le point x et donne naissance à une congruence $(\overline{yz})$ conjuguée au réseau (x) et dont $(\bar{y})$ et $(\bar{z})$ sont les surfaces focales.

Cela étant, on démontre d'abord qu'on a $\omega(\bar{y}) = \text{const.}$, quels que soient m et m'. On en déduit deux valeurs pour $m : m'$ de manière qu'on ait $\omega(\bar{y}) = 0$. On obtient ainsi deux congruences (xyz), $(xy'z')$ qui répondent *seules* à la question. La condition de M. Darboux est donc en même temps suffisante.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Une application nouvelle de ma méthode de développement des fonctions fondamentales*. Note de M. W. **Stekloff**, présentée par M. Émile Picard.

1. Soient $V_k(x)$ $(k = 1, 2, \ldots)$ les fonctions fondamentales définies par les conditions

$$(1) \quad \begin{cases} V''_k(x) + [\lambda_k p(x) - q(x)] V_k(x) = 0 \quad \text{pour} \quad a < x < b, \\ V'_k(a) - h V_k(a) = 0, \quad V'_k(b) + H V_k(b) = 0, \quad \int_a^b p(x) V_k^2(x)\, dx = 1. \end{cases}$$

Les seules conditions que nous allons imposer aux fonctions $p(x)$ et $q(x)$ sont les suivantes : *$p(x)$ et $q(x)$ restent continues et positives, et $p(x)$ ne s'annule pas dans l'intervalle (a, b)*. Quant aux constantes h et H, nous les supposerons *positives* et *finies*.

On sait que

$$(2)\qquad \lambda_k > M k^2, \qquad |V_k(x)| < N\lambda_k \qquad (\lambda_k > 0).$$

[Voir mon Mémoire, *Problème de refroidissement*, etc. (*Annales de Toulouse*, t. III, 1901, p. 291-299).]

Soit $f(x)$ une fonction admettant la dérivée intégrable dans (a, b). Posons

$$(3)\qquad f(x) = \sum_{k=1}^{n} A_k V_k(x) + R_n(x), \qquad A_k = \int_a^b p(x) f(x) V_k(x)\, dx.$$

Rappelons les inégalités suivantes, établies aux n°s 16 et 18 (p. 303-305) de mon Mémoire cité :

$$(4)\qquad S_n^{(1)} = \int_a^b R_n'^2(x)\, dx < T_n$$

$$= \int_a^b R_n'^2(x)\, dx + H R_n^2(b) + h R_n^2(a) + \int_a^b q(x) R_n^2(x)\, dx$$

$$< \int_a^b f'^2(x)\, dx + H f^2(a) + h f^2(a) + \int_a^b q(x) f^2(x)\, dx = K^2$$

et

$$(5)\qquad S_n = \int_a^b p(x) R_n^2(x)\, dx < \frac{T_n}{\lambda_n} < \frac{T_n}{M n^2}.$$

Moyennant les inégalités, établies dans ma Note récente [*Sur le développement d'une fonction arbitraire*, etc. (*Comptes rendus*, 1910)], on trouve, en tenant compte de (2), (4) et (5),

$$(6)\qquad R_n^2(x) < R_n^2(a) + \frac{2}{\sqrt{\alpha}} \sqrt{S_n} \sqrt{S_n^{(1)}} < \frac{A T_n}{n},$$

A désignant un nombre fixe.

2. Soit maintenant $\varphi(x)$ une fonction donnée satisfaisant à la condition de Lipschitz

$$(7)\qquad |\varphi(x+h) - \varphi(x)| < \lambda h \qquad (h > 0),$$

λ étant un nombre fixe ne dépendant ni de h, ni de x. Formons la fonction

$$(8)\qquad f(x) = \frac{1}{h} \int_x^{x+h} \varphi(x)\, dx.$$

Cette fonction admet la dérivée dont le module ne surpasse pas, en vertu

de (7), le nombre fixe λ ; d'autre part elle satisfait à la condition

(9) $$|f(x)-\varphi(x)|<\lambda h.$$

Posons

$$\varphi(x)=\sum_{k=1}^{n}\mathrm{B}_k\mathrm{V}_k(x)+\rho_n(x),\qquad \mathrm{B}_k=\int_a^b \rho(x)\varphi(x)\mathrm{V}_k(x)\,dx.$$

On trouve, eu égard à (3),

(10) $$\rho_n(x)=\varphi(x)-f(x)+\mathrm{R}_n(x)+\sum_{k=1}^{n}\mathrm{V}_k(x)(\mathrm{A}_k-\mathrm{B}_k).$$

Or, en vertu de (1),

$$|\mathrm{A}_k-\mathrm{B}_k|<\left\{\int_a^b p(x)[f(x)-\varphi(x)]^2\,dx\right\}^{\frac{1}{2}}.$$

On obtient donc, en tenant compte de (2), (4), (6) et (9),

$$|\rho_n(x)|<h\mathrm{P}_n+\frac{\mathrm{L}}{\sqrt{n}},\qquad \mathrm{P}_n=\lambda+\mathrm{B}\sum_{k=1}^{n}\lambda_k,$$

L et B étant des nombres fixes.

Or, quel que soit le nombre n, on peut toujours choisir le nombre arbitraire h, ne dépendant pas de n, de façon qu'on ait

$$h<\frac{1}{\mathrm{P}_n\sqrt{n}},$$

c'est-à-dire

$$|\rho_n(x)|<\frac{\mathrm{L}+1}{\sqrt{n}}=\frac{\mathrm{Q}}{\sqrt{n}},$$

ce qui nous conduit au théorème suivant :

Toute fonction $\varphi(x)$ satisfaisant à la condition de Lipschitz se développe, dans l'intervalle (a, b), en série uniformément convergente

$$\varphi(x)=\sum_{x=1}^{n}\mathrm{B}_k\mathrm{V}_k(x),\qquad \mathrm{B}_k=\int_a^b \rho(x)\varphi(x)\mathrm{V}_k(x)\,dx,$$

où $\mathrm{V}_k(x)$ sont les fonctions fondamentales définies par les conditions indiquées au début de cette Note.

3. La méthode exposée s'étend sans difficulté au cas limite où l'une ou toutes les deux constantes h et H deviennent infinies; elle s'applique

aussi à toute suite de fonctions fondamentales dont j'ai établi l'existence dans ma Note aux *Comptes rendus* du 21 février 1910, ainsi qu'aux fonctions fondamentales correspondant à l'équation différentielle des verges vibrantes élastiques.

Si nous supposons, en outre, que les fonctions $p(x)$ et $q(x)$ admettent les dérivées continues de deux premiers ordres et tenons compte des formules bien connues de Liouville (*Journal de Liouville*, t. II), la méthode que je viens d'indiquer conduira aux résultats du même degré de généralité que dans le cas classique de séries de Fourier et, en particulier, à l'extension du théorème de M. Fejèr à toutes les fonctions fondamentales de Sturm-Liouville.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégrabilité des équations définissant des fonctions de ligne.* Note de M. **Paul Lévy**, présentée par M. Émile Picard.

Soit φ_B^A une fonction de deux points A et B d'un plan et d'une ligne C de ce plan. Si elle admet une dérivée, au sens donné à ce mot par M. Volterra, sa variation, quand C se déforme, est de la forme

$$\delta\varphi_B^A = \int_C P\,\delta n\,ds,$$

P étant une fonction de la ligne C, des points A et B et du point M de la courbe C correspondant à l'élément ds. Toute relation entre les fonctions P et φ, la courbe C et les points A, B, M peut être appelée *équation intégro-différentielle du premier ordre*. En utilisant cette relation, par une déformation continue du contour, on peut déterminer la fonction φ pour une ligne quelconque C si l'on connaît sa valeur initiale pour une ligne particulière C'. Si le résultat est indépendant du mode de déformation de la ligne considérée entre C et C', et que cela ait lieu en prenant une fonction initiale quelconque d'un certain champ fonctionnel, nous dirons que l'équation donnée est *complètement intégrable* dans ce champ fonctionnel.

Considérons le cas où la forme de cette équation ne dépend pas de C, et supposons de plus que les deux points A et B jouent le même rôle, hypothèse que la Physique mathématique semble autoriser. Nous sommes alors conduits à chercher dans quel cas l'équation

$$(1) \qquad \delta\varphi_B^A = \int_C f(\varphi_B^A, \varphi_M^A, \varphi_M^B, A, B, M)\,\delta n\,ds$$

est complètement intégrale dans le champ des fonctions symétriques, la fonction f étant supposée symétrique en A et B quand on la considère comme dépendant de ces points à la fois parce qu'elle en dépend explicitement et parce qu'elle dépend de φ_B^A, φ_M^A, φ_M^B.

En traitant ce problème et en laissant de côté le cas où f ne dépend pas de φ_M^A et φ_M^B, on trouve que f doit être de la forme

$$\frac{g(\varphi_M^A, A, M)\, g(\varphi_M^B, B, M)}{\frac{\partial}{\partial\varphi} g(\varphi_B^A, A, B)}.$$

En posant alors

$$g(\varphi_B^A, A, B) = \psi_B^A, \tag{2}$$

on ramène l'équation (1) à la forme unique

$$\delta\psi_B^A = \int_C \psi_A^M \psi_B^M \,\delta n\, ds. \tag{3}$$

Cette équation, dont j'ai déjà démontré qu'elle était complètement intégrable [1], est donc la seule d'une catégorie très étendue qui jouisse de cette propriété. Cette remarque explique un peu le rôle unique qu'elle joue en Physique mathématique.

Par une transformation ponctuelle du plan, effectuée à la fois sur la ligne C et les points A, B, M, l'équation (3) se transforme en une équation du type (1), évidemment intégrable, qui par suite peut se ramener à la forme (3) par un changement de la fonction inconnue. On trouve ainsi, comme conséquence d'un théorème plus général, une propriété de cette équation déjà énoncée par M. Hadamard.

Si dans l'équation (3) on écrit ψ_M^A au lieu de ψ_A^M, l'équation obtenue est intégrable dans tout le champ des fonctions non symétriques. Il est fort probable qu'elle représente, à un changement de fonction près, le seul type intégrable d'une classe étendue d'équations non symétriques comprenant l'équation (1) comme cas particulier. Je me propose de revenir sur ce sujet.

Les résultats que j'ai obtenus antérieurement (*loc. cit.*) sur la fonction de Green peuvent être complétés par des résultats analogues concernant la fonction de Neumann; cette fonction se distingue de la fonction de Green

---

[1] *Comptes rendus*, 1er août 1910.

par une circonstance particulière. L'équation qui définit sa variation n'est pas intégrable, et même il n'existe pas une seule fonction continue à dérivée continue qui vérifie cette équation pour un contour quelconque et une déformation quelconque de ce contour; la discontinuité de la fonction de Neumann joue donc, au point de vue de l'intégrabilité de cette équation, un rôle essentiel.

MÉCANIQUE. — *Sur la résistance des plans rectangulaires frappés obliquement par le vent.* Note de M. G. **Eiffel**, présentée par M. L. Cailletet.

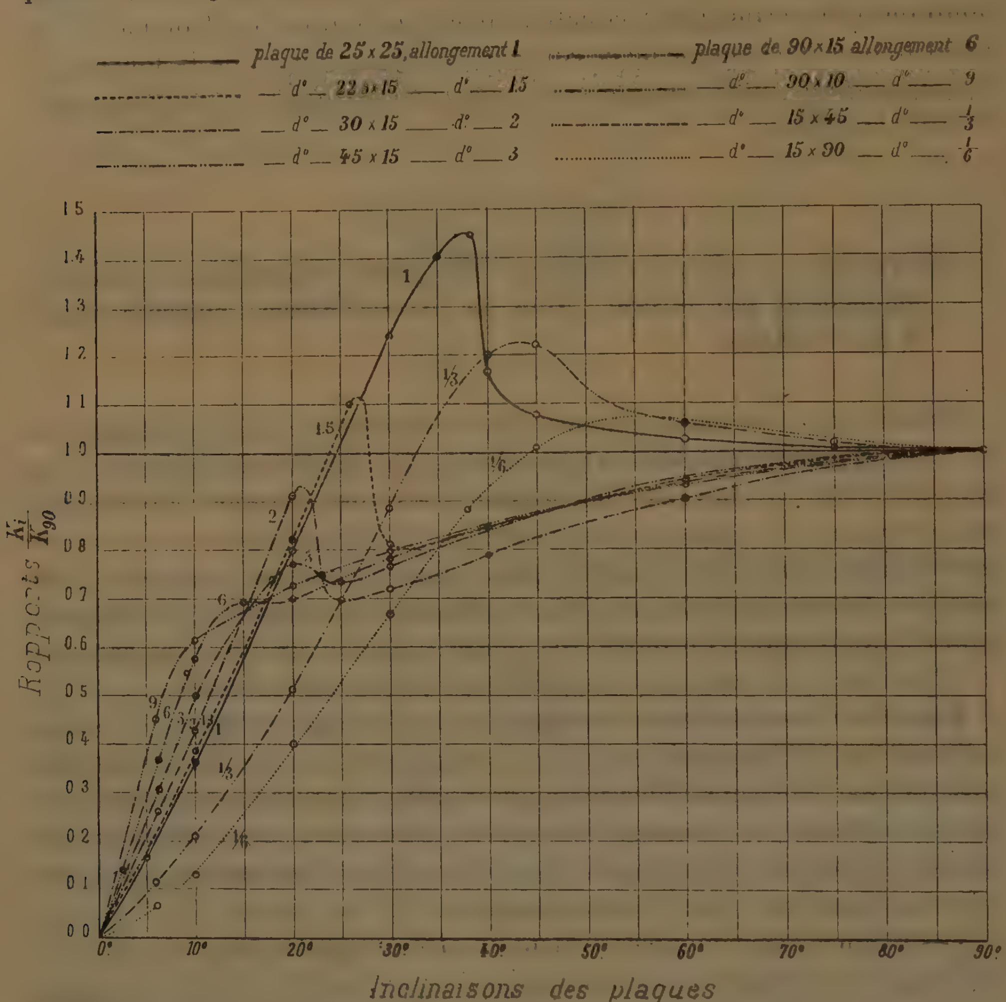
Depuis un an et demi, j'ai installé un laboratoire aérodynamique, où le mode d'expérimentation est le suivant. Un ventilateur aspirant, d'une puissance de 70 chevaux, fait passer dans une chambre d'expériences une colonne d'air ayant un diamètre de $1^m,50$ et une vitesse de 10^m à 20^m par seconde. La surface essayée, placée dans ce courant, est reliée à une balance spéciale, qui donne l'effort résultant en grandeur, direction et point d'application. En outre, des mesures manométriques font connaître la répartition des pressions aux différents points de la surface.

Parmi les résultats assez nombreux que j'ai déjà obtenus, je soumets aujourd'hui à l'Académie ceux qui se rapportent aux plans rectangulaires attaqués par l'air sous différents angles; cette recherche est fondamentale en Aérodynamique, et malgré les travaux antérieurs, on est loin d'être fixé sur les efforts qui se produisent dans ce cas. Les diagrammes que je présente me semblent éclairer cette question.

Les plaques expérimentées avaient un côté perpendiculaire au vent, et le rapport de ce côté à l'autre dimension variait de $\frac{1}{6}$ à 9. Le graphique ci-après donne le rapport $\frac{K_i}{K_{90}}$ entre l'effort unitaire sur une plaque inclinée à i^o sur le vent et l'effort unitaire sur la même plaque normale au vent. Dans les limites où j'ai opéré, la variation de la grandeur de la surface paraît sans influence sur ce rapport; je l'ai vérifié par quelques expériences supplémentaires.

Ce diagramme met tout d'abord en évidence une particularité remarquable des plaques carrées. Après avoir augmenté à peu près linéairement jusqu'à 35°, la poussée atteint un maximum qui dépasse de près de

45 pour 100 la poussée sur la plaque normale. Elle décroît ensuite brusquement, et, à partir de 50°, elle est pratiquement constante jusqu'à 90°.



Graphique donnant le rapport de la poussée de l'air sur une plaque inclinée à la poussée sur la même plaque normale.

La valeur imprévue du maximum de cette poussée avait passé inaperçue du grand nombre de savants qui ont fait des expériences à ce sujet. Je l'ai vérifiée directement à l'aide d'un appareil simple, où deux plaques reliées entre elles, et mobiles autour d'un axe vertical, s'équilibraient mutuellement. Une seconde vérification a été faite par la sommation des poussées élémentaires déterminées par des mesures manométriques. Cette dernière

méthode a permis de mesurer séparément l'effet de la pression à l'avant et celui de la dépression à l'arrière, dont la somme représente la poussée totale; aux environs de 35°, la pression à l'avant est deux fois plus faible que sur la plaque normale, mais la dépression à l'arrière est en revanche trois fois plus forte, ce qui rend compte de la grande augmentation de la poussée totale.

Les courbes des plaques plus allongées (rapports 1,5, 2, 3 et 6) ont une allure analogue, avec des inflexions qui vont en s'atténuant d'une façon nettement progressive. Les maxima relatifs, ainsi que les inclinaisons qui leur correspondent, sont de plus en plus faibles. Ce n'est que pour l'allongement 9 que toute inflexion semble avoir disparu. D'autre part, les coefficients angulaires des courbes à l'origine augmentent avec l'allongement; entre 0° et 8° ou 10°, on peut représenter les courbes par la formule pratique

$$\frac{K_i}{K_{90}} = \left(3,2 + \frac{n}{2}\right)\frac{i}{100},$$

n étant l'allongement compris entre 1 et 9, et i l'inclinaison en degrés.

Un second diagramme donne les distances du centre de poussée aux bords d'attaque, ces distances étant exprimées en fractions de la largeur de la plaque. Pour les plaques les plus allongées, le centre de pression se déplace lentement d'abord, à partir du centre de la plaque, puis rapidement depuis 15° à 20°, et aboutit au quart de la plaque. Avec les plaques frappées sur leur petit côté, le déplacement rapide se fait aux inclinaisons comprises entre 60° et 40°. La plaque carrée donne une variation intermédiaire.

PHYSIQUE. — *Sur le renversement des bandes de phosphorescence.* Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. H. Poincaré.

On sait que certains cristaux phosphorescents (sels d'uranyle, rubis, émeraude, etc.) possèdent des bandes communes au spectre de phosphorescence et au spectre d'absorption.

J'ai déjà indiqué comment on peut réaliser le *renversement des bandes*, d'une part en excitant la phosphorescence de la face du cristal tournée vers l'observateur, d'autre part en envoyant dans le cristal un faisceau longitudinal ne contenant pas les radiations excitatrices, et permettant d'obtenir le spectre d'absorption dans la région où se trouvent les bandes de phosphorescence. Ainsi, dans le cas du rubis, la lumière de la première source doit contenir des radiations vertes et jaunes, celle de la seconde seulement

des rayons rouges, non excitateurs pour les bandes situées entre $690^{\mu\mu}$ et $710^{\mu\mu}$.

Avec une faible intensité de la lumière transmise, les bandes ou raies de phosphorescence apparaissent brillantes sur fond lumineux; mais lorsqu'on fait croître progressivement l'intensité de cette lumière pendant qu'on maintient constante l'intensité de la phosphorescence, on voit les diverses bandes devenir, les unes après les autres, obscures sur fond brillant.

Voici quelques observations faites avec divers rubis (naturels ou reconstitués) et avec une émeraude. Les cristaux sont plongés dans l'air liquide de manière à obtenir des bandes moins floues qu'à la température ordinaire et à faire apparaître des bandes nouvelles. On projette sur la fente du spectroscope l'image d'une lame (1^{mm} à 2^{mm} d'épaisseur) taillée parallèlement à l'axe optique, et à l'aide d'un rhomboèdre de spath on juxtapose les spectres ordinaire et extraordinaire.

Pour les bandes faibles, *toutes les parties d'une même bande se renversent en même temps et le renversement est simultané dans les deux spectres*. Lorsque l'absorption est intense ($691^{\mu\mu},8$ et $693^{\mu\mu},2$ du rubis), les bords seuls présentent le renversement simultané et les parties voisines du milieu demandent pour se renverser une lumière transmise d'autant plus intense qu'elles correspondent à une plus grande absorption. Ainsi, au moment où les bords viennent de se renverser, une bande intense est brillante en son milieu avec bords obscurs.

Il faut des intensités très différentes les unes des autres pour obtenir le renversement des diverses bandes. Dans le rubis, la bande $691^{\mu\mu},8$ est celle qui demande, pour se renverser, le moins de lumière transmise; puis viennent la bande intense $693^{\mu\mu},2$ et successivement les autres raies qui sont très faibles en tant que raies d'absorption.

Il est bien évident que, malgré le renversement qui établit une relation *qualitative* entre l'émission et l'absorption, il ne saurait être question ici de la loi de Kirchhoff. Toutefois les expériences précédentes conduisent à certains résultats *quantitatifs*.

La simultanéité du renversement en tous les points d'une même bande montre que la largeur est la même dans le cas de l'émission et dans le cas de l'absorption, et prouve qu'à l'instant du renversement il y a pour toutes les radiations formant une bande, *dans les deux spectres à la fois*, égalité entre l'intensité émise et l'intensité absorbée.

Désignons par $E_{o,\lambda}$, $E_{e,\lambda}$ les intensités de la lumière de phosphorescence dans le spectre ordinaire (o) et dans le spectre extraordinaire (e), pour la

longueur d'onde λ. Appelons I_λ l'intensité de la lumière λ qui produit le renversement dans la lame :

$$(1)\qquad E_{o,\lambda} = I_{o\lambda}(1 - e^{-\alpha_{o,\lambda}}),\qquad E_{e,\lambda} = I_{e\lambda}(1 - e^{-\alpha_{e,\lambda}})$$

lorsque l'absorption est faible ($\alpha_{o,\lambda}$, $\alpha_{e,\lambda}$ petits), nous pouvons écrire

$$(2)\qquad E_{o,\lambda} = I_{o\lambda}\alpha_{o,\lambda},\qquad E_{e,\lambda} = I_{e\lambda}\alpha_{e,\lambda}.$$

Le renversement ayant lieu à la fois sur toute la bande, ces équations s'écrivent avec la même valeur de I pour toutes les radiations comprises dans la bande ($I_{o\lambda} = I_{e\lambda} = I$).

Les intensités émises sont donc proportionnelles aux coefficients d'absorption.

Soit J l'intensité de la lumière excitatrice, on a

$$(3)\qquad E_\lambda = A_\lambda J,\qquad \frac{A_\lambda}{\alpha_\lambda} = \frac{I}{J}.$$

Pour toutes les radiations faisant partie d'une même bande, et par conséquent dues à des centres vibrants d'une même espèce, le rapport entre la proportion de lumière excitatrice transformée en phosphorescence et le coefficient d'absorption est le même, que la vibration soit orientée parallèlement ou normalement à l'axe optique.

Mais le rapport entre l'émission et l'absorption est essentiellement variable d'une bande à l'autre; les intensités relatives des diverses bandes dans le spectre de phosphorescence sont loin d'être les mêmes que dans le spectre d'absorption.

Lorsque l'absorption est intense, il faut revenir aux formules (1); le retard au renversement pour le milieu des bandes provient de la progressivité de l'absorption; on a, en effet, si I désigne l'intensité qui renverse les bords,

$$E_\lambda = I\alpha_\lambda,\qquad E_\lambda > I(1 - e^{-\alpha_\lambda});$$

ce qui signifie qu'au moment où les bords sont renversés le milieu est encore brillant. Les parties les plus absorbées se renversent les unes après les autres pour des intensités

$$I'_\lambda = \frac{I\alpha_\lambda}{1 - e^{-\alpha_\lambda}}.$$

Ces résultats établissent non seulement que certains centres qui produisent de la phosphorescence sont semblables aux centres absorbants, mais que les mouvements des particules lumineuses sont, en moyenne, orientés de la même façon dans l'un et l'autre cas.

MAGNÉTISME. — *Les propriétés magnétiques du fer aux fréquences élevées.* Note de M. R. JOUAUST, présentée par M. E. Bouty.

Ces propriétés ont déjà fait l'objet des recherches de plusieurs expérimentateurs, mais tous ont opéré sur des éprouvettes constituées par des faisceaux de minces fils de fer et avec des ondes amorties. J'ai cru, au contraire, dans les expériences que j'ai entreprises, me placer dans des conditions susceptibles d'applications pratiques en opérant sur des tôles et avec des ondes non amorties.

Le générateur d'ondes entretenues était un arc de Poulsen dans le gaz d'éclairage. Le circuit oscillant était accouplé en dérivation avec un autre système oscillant en résonance avec le premier.

Dans ces conditions, l'ondemètre permettait de constater que ce second circuit n'était le siège que d'une seule onde dont la fréquence, dans nos expériences, était de 150000 par seconde.

Ce circuit oscillant comportait, outre un ampèremètre à haute fréquence, les primaires à une seule spire de deux petits transformateurs en forme d'anneau; l'un était constitué par l'empilement de rondelles découpées dans les tôles à étudier; dans l'autre, les enroulements étaient disposés sur un anneau de bois ayant les mêmes dimensions géométriques que le circuit magnétique du premier. Le rapport des tensions aux bornes des enroulements secondaires des deux transformateurs donnait la perméabilité *apparente* du fer dans les conditions de l'expérience. Une troisième mesure, donnant la différence de potentiel aux bornes des deux secondaires en série, permettait, par la résolution d'un triangle dont on connaît les trois côtés, de calculer, pour le transformateur contenant du fer, le décalage entre le courant et la force électromotrice induite et par suite les pertes dans le fer, dues presque uniquement aux courants induits.

Les résultats obtenus furent les suivants :

Pour des tôles d'acier de $0^{mm},5$, dans les champs compris entre 1 et 3 gauss, la perméabilité apparente est constante et égale à 15.

Pour des tôles au silicium de $0^{mm},22$, dans les mêmes conditions, la perméabilité est de 63.

Le décalage entre la force électromotrice induite et le courant est de 30° et les pertes, dans un champ de 2,2 gauss, sont de 30 watts par kilogramme pour les tôles ordinaires, de 150 watts par kilogramme dans l'acier au silicium.

Si l'on cherche à relier ces résultats au calcul classique de J.-J. Thomson, relatif à l'action des courants induits sur l'aimantation des plaques minces,

on trouve, en corrigeant nos expériences de l'action de ces courants induits, que les deux variétés d'acier ont, à la fréquence 150 000, une perméabilité vraie qui est constante et égale à 150. Mais, tandis que les calculs théoriques montrent qu'aux fréquences élevées le décalage entre le courant et la tension doit être de 45°, nous l'avons expérimentalement trouvé de 30°. Il en résulte un excès de 20 pour 100 des pertes observées sur les pertes calculées par la formule de J.-J. Thomson.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nitration comparative de quelques amines aromatiques mono- et diacylées.* Note de MM. **Frédéric Reverdin** et **Armand de Luc**, présentée par M. A. Haller.

Nous avons étudié comparativement la nitration dans diverses conditions du *méthoxy*-1-*toluène-sulfonyl-amine*-4-*benzène* et de son *dérivé acétylé*

$$C^6H^4.OCH^3.NH.C^7H^7SO^2 \quad \text{et} \quad C^6H^4.OCH^3N(C^2H^3O)(C^7H^7SO^2)$$

de l'*acétyl-p-toluidine* et de la *diacétyl-p-toluidine*

$$C^6H^4.CH^3.NH.C^2H^3O \quad \text{et} \quad C^6H^4.CH^3.N(C^2H^3O)^2,$$

de la *toluène-sulfonyl-p-toluidine* et de son *dérivé acétylé*

$$C^6H^4.CH^3.NH.C^7H^7SO^2 \quad \text{et} \quad C^6H^4.CH^3.N(C^2H^3O)(C^7H^7SO^2).$$

Il résulte de nos recherches que la présence simultanée, dans les amines diacylées étudiées, des résidus *acétyle* et *toluène-sulfonyle*, donne de la stabilité à la molécule et que dans le cas de la *p*-toluidine le groupe *nitro* est orienté dans une autre position.

De tels dérivés diacylés ne sont nitrés qu'à une température supérieure à celle qui est nécessaire pour nitrer les dérivés monoacylés examinés comparativement, et dans le cas de la toluène-sulfonyl-acétyl-*p*-toluidine le groupe *nitro* entre en position 2, tandis que dans les mêmes conditions avec l'acétyl-*p*-toluidine ou la toluène-sulfonyl-*p*-toluidine il entre en position 3 (ou 3, 5 pour le dérivé dinitré).

La présence de deux groupes *acétyle* dans la molécule de la *p*-toluidine diminue, en revanche, la stabilité de la combinaison. La nitration des dérivés diacylés paraît donc présenter, comparativement à celle des dérivés monoacylés, des différences dont il faudra examiner la généralisation possible et qu'on pourrait probablement mettre à profit suivant les dérivés nitrés qu'on désire préparer.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides glucodéconiques.*
Note de M. **L.-H. Philippe**, présentée par M. L. Maquenne.

En fixant successivement 1^{at}, 2^{at} et 3^{at} de carbone sur le glucose ordinaire, E. Fischer [1], il y a une vingtaine d'années, réalisa la synthèse du glucoheptose, du glucooctose et du glucononose. Nous avons réussi à prolonger la série d'une unité en préparant un sucre à 10^{at} de carbone : le glucodécose. Nous ne décrirons dans cette Note que les acides glucodéconiques.

Nous avons suivi de proche en proche la méthode classique qui permet de passer d'un sucre à son homologue immédiatement supérieur; mais lorsqu'on est arrivé au nonose, une difficulté se présente du fait que ce corps ne cristallise pas; nous avons donc fait réagir à la façon ordinaire, à 25°, HCy sur le sirop de nonose brut, mélange de sucre et de nononate de soude. Bientôt apparaît un précipité constitué par l'amide (α) déconique; on recueille celui-ci et on le traite successivement par $Ba(OH)^2$, puis SO^4H^2. Après concentration, on obtient la lactose (α) glucodéconique brute, qui est purifiée par recristallisation dans l'eau chaude.

Les eaux mères de l'amide (α) sont traitées par un excès de $Ba(OH)^2$, puis concentrées. Après en avoir séparé des traces de déconate (α) de baryum, on traite le sirop incristallisable, formé par le déconate (β) de baryum et le nononate de soude, par SO^4H^2, puis la phénylhydrazine pure. En opérant avec quelques précautions, on obtient l'hydrazide (β) déconique à peu près exempt d'hydrazide nononique. On le décompose alors par $Ba(OH)^2$, puis SO^4H^2. Le sirop obtenu par concentration abandonne, après quelques semaines, la lactone (β) déconique brute. Celle-ci est purifiée par lavages à l'alcool chaud et recristallisation dans l'eau chaude.

Les rendements en lactone sont d'environ 60 pour 100 en (α) et 16 pour 100 en (β) du poids du nonose *pur*, soit 7,5 et 2 pour 100 à partir du glucose.

1° *Amide* (α) *déconique* $C^{10}H^{21}O^{10}N$. — Corps blanc formé de petits grains très mal cristallisés. Insoluble à froid, se dissout dans l'eau chaude en se décomposant partiellement. Fond peu nettement vers 250°.

2° *Acide* (α) *déconique* $C^{10}H^{20}O^{11}$. — Ce corps, ainsi qu'il arrive souvent pour ceux de ce genre, n'a pu être isolé à l'état pur. Le produit obtenu par concentration de sa dissolution est un mélange formé d'hydrate de lactone $C^{10}H^{18}O^{10}H^2O$ et d'un autre corps qui, comme nous allons le voir, lui touche de près. Ceux-ci cristallisent tous deux en fines aiguilles d'apparence identique, mais leur grande différence de solubilité dans l'eau permet de les séparer aisément.

La lactone fond vers 168° à l'état hydraté, et à 214° à l'état anhydre. Sa solubilité

(1) E. Fischer, *Liebig's Annalen*, t. CCLXX, 1892, p. 64.

dans l'eau est de 6 à 7 pour 100 à la température ordinaire, et d'environ 50 pour 100 à l'ébullition. Elle est insoluble dans l'alcool fort. Son pouvoir rotatoire est $[\alpha_D]_{20} = -37°,2$. Après 15 minutes d'ébullition, il devient $[\alpha_D]_{20} = -43°,0$ par suite d'une transformation partielle en acide.

Le second corps fond à 250°. Il ne change pas de poids à l'étuve (110°). Sa solubilité à froid est d'environ 0,1 pour 100. Il n'est que lentement soluble dans l'eau chaude.

Dans l'eau bouillante, ces deux substances se transforment partiellement l'une dans l'autre et donnent par refroidissement un mélange de composition variable avec les conditions de l'expérience : en solution étendue, c'est la lactone qui prédomine; au contraire, une chauffe prolongée des solutions concentrées favorise la formation du corps moins soluble. La cristallisation spontanée, à froid, d'une solution à 5 pour 100 longtemps chauffée, de l'une ou de l'autre, donne exclusivement la lactone plus soluble.

Enfin, hydrolysés par l'eau, ou mieux par les alcalis, ces deux corps engendrent le même acide, caractérisé par le même sel de sodium et le même phénylhydrazide.

Pour expliquer ces faits, nouveaux dans l'histoire des matières sucrées, plusieurs hypothèses peuvent être émises. L'un des corps étant évidemment une lactone, forme sous laquelle se présentent ordinairement les acides monobasiques polyhydroxylés, l'autre peut être :

1° Une seconde lactone ($C^{10}H^{18}O^{10} = 298$) isomère de la précédente et n'en différant que par sa liaison oxydique, l'une étant en position 1.4, l'autre, par exemple, en position 1.5;

2° Un éther-sel ($C^{20}H^{36}O^{20} = 596$) résultant de la combinaison de l'acide et de sa lactone :

$$CH^2OH-(CH.OH)^8-CO^2-CH^2-(CH.OH)^5-\underset{|_________________________}{CH}-(CH.OH)^2-\underset{O}{CO};$$

3° Une sorte de lactide ($C^{20}H^{30}O^{20} = 596$) telle que

$$\begin{array}{l} CH^2OH-(CH.OH)^5-CH-(CH.OH)^2-CO^2 \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\quad | \qquad\qquad\qquad\quad | \\ \qquad\qquad\qquad\qquad CO^2-(CH.OH)^2-CH-(CH.OH)^5-CH^2OH; \end{array}$$

4° Enfin, un anhydride d'acide ($C^{20}H^{38}O^{21} = 614$):

$$CH^2OH-(CH.OH)^8-CO-O-CO-(CH.OH)^8-CH^2OH.$$

Les résultats de l'analyse élémentaire, très nets, montrent que la dernière hypothèse est la seule admissible :

		Calculé pour	
	Trouvé.	$C^{20}H^{38}O^{21}$.	$C^{10}H^{18}O^{10}$ ou $C^{20}H^{36}O^{20}$.
C	38,84	39,08	40,26 (1)
H	6,43	6,19	6,04

(1) Trouvé pour la lactone anhydre : C = 40,14; H = 6,33.

Ces deux corps, lactone et anhydride d'acide, résultent donc de deux modes possibles de déshydratation de l'acide (α) déconique. Ce dernier serait ainsi la forme intermédiaire permettant le passage de l'une à l'autre; d'ailleurs, la lenteur avec laquelle ces anhydrides s'acidifient, même dans l'eau bouillante, explique la difficulté qu'on rencontre à atteindre l'équilibre.

Il est très possible, et nous nous proposons de voir si cette opinion est justifiée, qu'un pareil phénomène se manifeste aussi chez d'autres acides dérivés des sucres, mais il aurait passé inaperçu jusqu'ici à cause de la similitude de propriétés des corps engendrés.

La lactone (α) déconique, traitée par l'amalgame de Na, donne le glucodécose correspondant à l'état cristallisé.

3° *Sels*. — La lactone (α) déconique peut donner des sels cristallisés de Na, Ba, Zn, Cu, Pb, Cd, en général peu solubles. Elle donne également des sels avec la brucine, la quinine, la morphine et la strychnine.

Enfin le phénylhydrazide $C^{16}H^{26}O^{10}N^{2}$ cristallise en lamelles rectangulaires fondant nettement à 268°. Il est tout à fait insoluble dans l'eau froide et est très caractéristique.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur les liquides anisotropes*. Note de MM. G. FRIEDEL et F. GRANDJEAN, présentée par M. Pierre Termier.

A la suite de la Note présentée à l'Académie par M. Mauguin dans la séance du 14 novembre, il nous paraît utile de revenir brièvement sur les faits observés dans l'azoxyphénétol.

Dans sa Note, M. Mauguin parle uniquement des plages d'azoxyphénétol, obtenues moyennant certaines précautions spéciales, qui s'éteignent entre nicols croisés à 90° et présentent des figures de lumière convergente semblables à celles des milieux anisotropes uniaxes. On pourrait croire, d'après cela, que l'auteur de la Note méconnaît l'existence, récemment signalée par nous, des plages qui s'éteignent en lumière blanche entre nicols croisés sous des angles variés et présentent le polychroïsme spécial que nous avons décrit, plages qui non seulement sont constantes quand on ne prend pas de précautions spéciales, mais qui sont fréquentes même dans les préparations qu'a bien voulu nous montrer M. Mauguin. Il importe de rappeler qu'en réalité l'existence de ces plages dont nous avons étudié les propriétés n'est pas niable et n'est pas contestée. Toute théorie qui pré-

tendra rendre compte de la nature des liquides tels que l'azoxyphénétol ne pourra en aucune façon se contenter d'interpréter le cas particulier des plages étudiées par M. Mauguin, mais devra nécessairement aussi s'appliquer au cas général de celles que nous avons décrites. Notre intention n'est pas d'entrer ici dans une discussion théorique. Cette seule question de fait nous a paru devoir être bien établie à la suite de la Note, très intéressante mais involontairement incomplète, dans laquelle M. Mauguin pouvait sembler, en ne mentionnant pas nos observations récentes, les contester implicitement. Nous croyons pouvoir dire au contraire que nous sommes aujourd'hui d'accord avec lui, quant aux points principaux du moins, tant sur les faits observés par lui que sur ceux que nous avons signalés nous-mêmes.

Quant à la dénomination de *cristaux* qui, selon l'auteur de la Note, comme selon M. Lehmann, résulterait nécessairement du fait que les plages considérées par M. Mauguin ont les propriétés optiques d'un milieu anisotrope uniaxe, nous nous contenterons de rappeler que, si même on se borne à considérer ces plages, les faits conduisent simplement à les qualifier de milieux anisotropes, non de milieux cristallisés. La dénomination de milieux cristallisés nous paraît toujours devoir être réservée, soit, dans le domaine des faits, aux corps qui montrent des propriétés vectorielles discontinues, soit, dans le domaine de la théorie, à ceux qui présentent la structure réticulaire. Il n'y a là, il est vrai, qu'une question de mots et de définitions, qui ne peut être résolue qu'arbitrairement et paraît, par suite, secondaire. Nous croyons cependant qu'il est très nécessaire de maintenir cette définition précise, à défaut de laquelle la notion même de milieu cristallisé s'évanouit. On n'a jusqu'à présent aucune preuve de l'existence de propriétés vectorielles discontinues dans l'azoxyphénétol et ses congénères, ni aucune raison quelconque de leur attribuer la structure périodique. Les propriétés optiques ne peuvent rien enseigner à cet égard, et appartiennent aussi bien à un milieu amorphe anisotrope qu'à un milieu cristallisé. Dans ces conditions, la dénomination de *liquides anisotropes*, qui ne préjuge rien, qui n'est que la constatation d'un fait et qui ne prête à aucune illusion, nous paraît devoir être préférée en tout cas à celle de *cristaux liquides*, qui est tendancieuse, qui a déjà créé des confusions et qui ne pourrait qu'en faire surgir de nouvelles.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Du mode d'action de l'intensité lumineuse dans la formation des fleurs cléistogames.* Note de M. **Marin Molliard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

On connaît depuis longtemps la relation qui existe entre la formation des fleurs cléistogames et l'intensité de la lumière qui préside au développement des plantes capables d'en produire; cette notion est basée à la fois sur des observations (H. Müller, Kerner von Marilaun, etc.) et sur des expériences, telles que celles de Vöchting [1]; en plaçant par exemple des plantes de Mouron (*Stellaria media* Vill.) à des lumières d'intensités très différentes, cet auteur a pu obtenir à volonté des fleurs ouvertes (chasmogames) ou restant fermées (cléistogames); pour Gœbel [2] l'intensité lumineuse ne serait pas la seule cause capable d'intervenir dans la formation de ces dernières, et il faudrait vraisemblablement tenir compte de certains changements de nutrition, provoqués soit par la nature chimique, soit par l'humidité du sol.

Je me suis demandé si les facteurs auxquels a songé Gœbel étaient fondamentalement d'une nature différente de l'action de la lumière et si toutes les conditions extérieures qui influaient sur la formation des fleurs cléistogames ne se ramenaient pas en définitive à des changements dans la nutrition de la plante. J'ai montré dans des Notes antérieures qu'on peut remplacer en partie la lumière pour la production des fleurs, des piquants, du tissu palissadique, etc. par du glucose fourni directement à la plante, et j'ai cherché à réaliser la même substitution vis-à-vis du Mouron.

J'ai d'abord choisi un emplacement où n'arrivait que de la lumière diffuse et à une intensité suffisamment faible pour que la plante en question ne donnât que des fleurs cléistogames; j'ai effectué alors dans ces conditions d'éclairement des cultures aseptiques de Mouron, les unes sur de la ponce imbibée d'une solution exclusivement minérale, les autres sur le même milieu auquel était ajouté 8 pour 100 de glucose; dans les deux cas les plantes se sont développées facilement, en présentant d'un lot à l'autre les mêmes différences morphologiques et anatomiques que j'ai signalées antérieurement pour d'autres espèces; mais en outre, alors que sur la solution

(1) H. Vöchting, *Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Gestaltung und Anlage der Blüthen* (*Jahrb. f. wiss. Bot.*, t. XXV, 1893).

(2) K. Goebel, *Die Kleistogamen Blüthen und die Anpassungstheorien* (*Biolog. Centralbl.*, t. XXIV, 1904).

purement minérale les fleurs ne s'ouvraient pas, elles étalaient largement leurs sépales et leurs pétales sur le liquide glucosé.

Les fleurs cléistogames présentent souvent une inégalité très accentuée dans leurs sépales; les deux pièces extérieures du calice se développant beaucoup plus que les autres; leurs pétales sont au contraire fortement réduits, quelquefois à peine visibles. Dans les deux cas, on obtient d'ailleurs, par fécondation directe, des graines normalement constituées, qui tombent sur le sol artificiel du tube où les plantes sont cultivées et y germent pour redonner de nouveaux individus, si bien qu'on peut observer dans le tube plusieurs générations successives de Mouron.

On peut donc faire produire à une plante des fleurs chasmogames à une lumière où, dans les conditions normales de nutrition, elle ne produit que des fleurs fermées, en lui fournissant une quantité suffisante de glucose : la lumière intervient encore ici par son énergie synthétique.

BOTANIQUE. — *Sur une algue marine du Laboratoire de Concarneau.* Note de M. **P.-A. Dangeard**, présentée par M. L. Mangin.

L'algue qui fait l'objet de cette Note a été obtenue en culture florissante au Laboratoire de Concarneau, par M. Fabre-Domergue, inspecteur général des pêches maritimes; celui-ci nous a autorisé très aimablement à entreprendre une étude suivie de cet organisme.

L'algue se développe dans un milieu nutritif constitué par de l'eau saturée de sel marin, à laquelle on a ajouté une petite quantité d'un bouillon de requin salé (*Carcharias glaucus*).

Nous avons bien vite reconnu que cette algue appartient à une famille que nous avons créée autrefois sous le nom de *Polyblepharideæ*, et qui comprend seulement deux genres bien connus, *Polyblepharides* et *Pyramimonas*. Cette famille forme le passage des Flagellés aux Algues, et c'est ce qui fait son grand intérêt : nulle part ailleurs, on ne voit aussi nettement la parenté directe des animaux et des végétaux.

L'algue de Concarneau, dont nous allons donner la description, devra constituer un genre nouveau, auquel nous donnerons le nom de *Stephanoptera* (de *Stephanos*, couronne, et de *pteron*, aile), et nous nous proposons de désigner l'espèce sous le nom de *S. Fabreæ*, qui rappellera l'auteur de la découverte.

Les dimensions de cette algue sont en moyenne : longueur 30^{μ}-35^{μ}; largeur 18^{μ}-22^{μ}.

Le corps, élargi à l'avant, atténué à l'arrière, présente *quatre ailes longitudinales* plus ou moins saillantes. Le mouvement se fait à l'aide de deux flagellums antérieurs qui sont reliés assez souvent au noyau par un rhizoplaste très fin : le noyau a la structure ordinaire, le chromatophore possède la forme en cloche; il existe un point oculiforme, situé à l'avant du corps

De toutes les algues vertes connues, les Polyblepharidées sont les seules qui se multiplient à l'état d'activité, comme un *Monas*, par une simple bipartition longitudinale : le *Stephanoptera* présente ce caractère; à la période de multiplication, il se produit une échancrure médiane à l'avant qui s'étend peu à peu jusqu'à l'extrémité inférieure du corps; à mesure que l'échancrure progresse, on assiste à la divison du noyau, puis à celle du pyrénoïde. Les deux moitiés cessent d'être parallèles; la traction s'effectuant en sens inverse, elles deviennent libres.

Ordinairement les deux individus provenant de cette division sont égaux, mais on observe parfois entre eux une inégalité très grande, de telle sorte qu'on se trouve en face d'une sorte de *bourgeonnement;* c'est là un phénomène extrêmement rare chez les Flagellés et les Algues. Cette division très inégale explique la présence, au milieu des individus normaux, d'individus très petits; bien que nous les ayons conservés vivants pendant une quinzaine de jours, nous ne les avons pas vus revenir à la taille normale.

Cette algue si curieuse par son mode de reproduction permet d'autre part de reconnaître la façon dont se comportent les flagellums pendant la division; c'est là une question d'ordre général qui a donné et donne lieu encore à nombreuses controverses.

Il est facile de constater, dans notre espèce, que chaque moitié du corps conserve pendant la bipartition un flagellum ancien, alors que le second flagellum pousse, comme un prolongement protoplasmique, à côté du premier; ceci confirme nos observations anciennes sur ce sujet.

Le développement se termine par un enkystement; le corps s'arrondit en sphère et s'entoure d'une membrane très résistante. La production des kystes n'a eu lieu qu'à la suite d'un accident survenu à nos cultures : un des flacons qui nous avaient été obligeamment envoyés de Concarneau par M. Guérin-Canivet s'étant cassé, nous avions transporté les zoospores dans de l'eau de mer moins saturée; ce changement a suffi pour amener la formation des kystes. Ces kystes renferment un seul noyau : quelques-uns cependant en ont deux.

Le nouveau genre que nous venons de décrire se distingue des deux autres actuellement connus par le nombre des flagellums réduit à deux : il montre une adaptation remarquable à un milieu saturé de sel marin, alors que les autres espèces habitent l'eau douce. La bipartition commence à la partie antérieure du corps, alors que chez les *Polyblepharis* et les *Pyramimonas* elle

débute à la partie postérieure. Il existe dans ce nouveau genre, en dehors de la bipartition ordinaire, une division inégale dont il n'est pas facile, à l'heure actuelle, de fixer l'origine et la signification. On peut enfin se demander si dans certaines conditions les kystes binucléés ne présenteraient pas des phénomènes d'autophagie sexuelle semblables à ceux que nous avons signalés récemment dans les formes *Monas* dissociées de l'*Anthophysa vegetans* (1).

MÉCANIQUE AGRICOLE. — *Essais sur le rendement en jus des pressoirs.* Note de M. **Ringelmann**, présentée par M. A. Müntz.

La quantité de jus (eau et matières solubles) contenue dans les pommes varie suivant plusieurs conditions (état de maturité, variété, mode et durée de conservation).

Les fruits bien mûrs contiennent en moyenne, lors de leur récolte, 95 à 96 pour 100 de jus (en poids); ceux qui ont été conservés jusqu'à la fin de la fabrication du cidre renferment souvent moins de 85 pour 100 de jus par suite de la perte due à l'évaporation.

Ceci montre qu'il faut juger les pressoirs, non d'après le poids de jus retiré par 100^{kg} de pommes, mais d'après le jus obtenu sur 100^{kg} qu'en renferment les pommes mises en œuvre.

On ne peut jamais retirer la totalité du jus contenu dans les pommes à l'aide d'une opération mécanique, comme celle demandée aux pressoirs. En voici trois exemples relevés dans des conditions de laboratoire, non réalisables en pratique :

Des pommes ont été *râpées;* la pulpe a été soumise à une très forte pression dans une presse du Laboratoire de Technologie agricole de l'Institut national agronomique, en pressant à plusieurs reprises et par petites portions à chaque fois; on a obtenu une pulpe tout à fait *sèche* au toucher, qu'on a fait ensuite dessécher à l'étuve.

De 100^{g} de pommes (variété *Binet Jaune*), on a retiré à la presse $81^{g},91$ de jus; il restait $18^{g},09$ de pulpe comprenant $13^{g},39$ de liquide et $4^{g},70$ de matière sèche.

---

(1) P.-A. Dangeard, *Études sur le développement et la structure des organismes inférieurs*, avec 33 planches (*Le Botaniste*, 11e série, p. 150).

De 100^g de pommes (variété *Long-Bois*) on a retiré à la presse $83^g,61$ de jus; il restait $16^g,39$ de pulpe contenant $10^g,35$ de liquide et $6^g,04$ de matière sèche.

Ces pommes, très mûres, provenaient des environs d'Évreux.

Avec une presse un peu moins forte, de 100^g de pommes du Morbihan on a retiré 70^g de jus; il restait 30^g de pulpe contenant 15^g de liquide et 15^g de matière sèche.

Ainsi, sur 100 du jus total contenu dans les pommes, les presses de laboratoire ont permis de retirer, dans les conditions précédentes, 82,32 de jus (Morbihan), 85,94 (*Binet jaune*) et 88,98 (*Long-Bois*).

Les pressoirs employés dans la pratique ne peuvent jamais fournir de semblables résultats en une seule opération.

Dans nos essais antérieurs (1897) effectués sur sept pressoirs différents, ayant reçu des mêmes pommes broyées, séparées par des claies afin de présenter trois charges de $0^m,22$ de hauteur primitive, on a retiré :

Pression en kilogrammes par centimètre carré.	Proportion du jus obtenu relativement à celui contenu dans les pommes.
5,0	70,442 pour 100
6,0	71,391 »
6,7	72,102 »

Ces chiffres expliquent pourquoi, en pratique, on ne dépasse pas la pression de 5^{kg} par centimètre carré; car de 5^{kg} à $6^{kg},7$ on n'obtient qu'une faible augmentation de rendement en jus, qui n'est pas en rapport avec le travail mécanique exigé par le pressoir, ni avec le temps consacré à l'opération.

C'est pour ce motif que, dans les expériences dont nous allons parler, nous avons limité la pression à 5^{kg} par centimètre carré.

Des pommes ont été passées au même broyeur et le produit a été mis, sans claies de drainage, dans notre presse d'expériences de la Station d'essais de Machines; cette presse permet de maintenir les pressions constantes pendant le temps voulu.

Le Tableau suivant résume les résultats constatés aux essais, après 2 heures et à la pression de 5^{kg} par centimètre carré. Nous laissons de côté les chiffres obtenus pour des pressions variant de $1^{kg},2$ à 5^{kg} par centimètre carré et pour des temps atteignant 46 heures qu'on n'observe jamais en pratique, car on ne laisse au plus la pression sur la charge que pendant la nuit, c'est-à-dire pendant une quinzaine d'heures environ.

Hauteur primitive de la charge en mètres.	Proportion du jus obtenu (relativement à celui contenu dans les pommes), après 2 heures, à la pression de 5^{kg}, par centimètre carré.
0,205	66,820 pour 100
0,290	61,740 »
0,700	49,392 »
1,200	38,549 »

Ces chiffres montrent le grand intérêt qu'il y a en pratique à ne presser que des charges de faible épaisseur primitive ($0^m,20$ à $0^m,30$), et si l'on considère les grands modèles de pressoirs, permettant des charges de $1^m,20$ à $1^m,50$ de hauteur totale, il y a lieu de disposer tous les $0^m,20$ à $0^m,30$ au plus des claies ou diaphragmes chargés à la fois de transmettre les pressions dans la masse et d'assurer le drainage du marc.

Des recherches analogues ont montré qu'il en est de même pour la compression de matières divisées autres que le marc de pommes.

CYTOLOGIE. — *Sur la coexistence de la division et d'une subdivision des chromosomes à l'état quiescent*. Note de M. **Armand Dehorne**, présentée par M. Yves Delage.

J'ai montré cette année [1] que, dans toute mitose, la véritable division longitudinale a lieu à la télophase précédente, et non à la prophase et à la métaphase.

Je puis avancer aujourd'hui que non seulement il y a *division*, mais qu'il y a même subdivision des chromosomes à cette époque. J'entends par là que les moitiés longitudinales qui y apparaissent, en même temps que leur individualité s'affirme, y subissent aussitôt, pour leur compte, les débuts d'une autre division longitudinale.

Autrement dit, la division, qui doit s'achever normalement à la métaphase n, a été préparée, non à la télophase $n-1$, mais plus loin encore, à la télophase $n-2$. Il se fait alors, dans chaque moitié longitudinale en

(1) *Comptes rendus* 1910. Notes des 9 et 30 mai, 13 juin, 8 août; et *Zoologischer Anzeiger*, 20 septembre 1910.

train de s'allonger, un creusement en apparence irrégulier de sa substance qui aboutit à la formation de deux moitiés secondaires en spirales, étroitement enlacées. A ce propos, je dois dire que l'état de mes recherches me permet de formuler, dès à présent, les règles suivantes :

1° *La division chromosomique apparaît toujours dans des chromosomes passant de la forme épaisse et contractée à la forme allongée ;*

2° *Elle débute toujours de manière à fournir une double spirale filamenteuse aux dépens de la substance de chaque chromosome.*

La séparation qui se fait de la sorte à la télophase $n-2$ persiste pendant toute la période quiescente, où elle peut, selon les noyaux, demeurer à l'état de simple indication, ou bien s'élargir en participant au gonflement général. Elle persiste pendant toute la prophase $n-1$ où elle se régularise progressivement ; elle traverse la métaphase sous l'aspect d'une fente bien nette, puis l'anaphase, et elle ne cesse de se préciser à mesure qu'on approche de la télophase $n-1$. Là, elle devient tout naturellement, si l'on peut dire, la véritable division longitudinale, grâce à l'écartement des moitiés secondaires, qui deviennent alors les chromosomes destinés à la mitose n.

Ces chromosomes, ayant maintenant la valeur de moitiés primaires, ne demeurent pas, du reste, longtemps à l'état d'anses homogènes; en se creusant à leur tour, ils préparent dès ce moment la division qui s'achèvera à la mitose $n+1$. Et ainsi de suite pour tout le cycle des mitoses en général. En somme, il s'écoule un peu moins de la durée de deux mitoses, entre le début apparent de la division du chromosome et l'éloignement définitif de ses deux moitiés dans les cellules-filles.

J'ai rencontré pour la première fois les indications de ce que je viens d'exposer, dans les mitoses somatiques de *Sabellaria*. Mais, bien entendu, plus les chromosomes de l'espèce étudiée sont volumineux, moins la subdivision est difficile à reconnaître. Ainsi, chez les Tritons et la Salamandre, elle s'impose à l'observateur. Les 12 chromosomes anaphasiques sont pourvus d'une fente qui, en s'élargissant, réalise la division télophasique. Les 24 chromosomes que présente le noyau, lors de sa reconstitution, ne tardent pas à se creuser en offrant les caractères de la subdivision. Rnike, dès 1895, avait signalé cette transformation dans les mitoses spermatogoniales de la Salamandre; mais il croyait que le nombre somatique de cet animal est 24, et son observation rapide n'a pas porté. A la fin de la prophase et à la métaphase, chez ces Batraciens, les moitiés longitudinales montrent une mince fente représentant la subdivision. Elle a été considérée par tous les observateurs indistinctement comme l'indice d'une division à exécution imminente. En réalité, cette fente appartient à la mitose suivante qui anticipe considérablement.

Dans les espèces végétales où les chromosomes sont également de grande taille, il est infiniment problable que tous ces phénomènes doivent être visibles. En tous cas, dans les multiplications de la racine jeune d'*Allium*, Bonnevie a signalé aussi dernièrement la présence d'une fente bien nette dans les chromosomes à l'anaphase. Nul doute que dans cet objet la subdivision se montre également dès la reconstitution du noyau, et coexiste avec la division dans la structure quiescente.

La notion de cette coexistence est précieuse à plus d'un titre :

1° Elle attire l'attention sur l'essence même du phénomène de dédoublement.

2° Elle montre le *duplicisme constant* du chromosome.

3° Elle permet de comprendre que des auteurs comptent, comme Guignard, dans les mitoses d'un même tissu, tantôt *n*, tantôt 2*n*, tantôt 4*n* chromosomes; et, de la sorte, elle assied définitivement la notion fondamentale de la constance numérique des chromosomes dans une espèce donnée.

4° Elle explique plus rationnellement l'apparente complication des noyaux à l'état dit *de repos*. Si peu que les moitiés secondaires s'écartent l'une de l'autre, *l'aspect rétiforme* de la structure nucléaire se renforce aussitôt.

5° Le fait que le chromosome est multiplié deux fois pendant la reconstitution du noyau montre l'importance considérable de la télophase dans la physiologie nucléaire. Il n'est pas de moment où l'individualité chromosomique s'affirme avec autant d'activité qu'à celui-là.

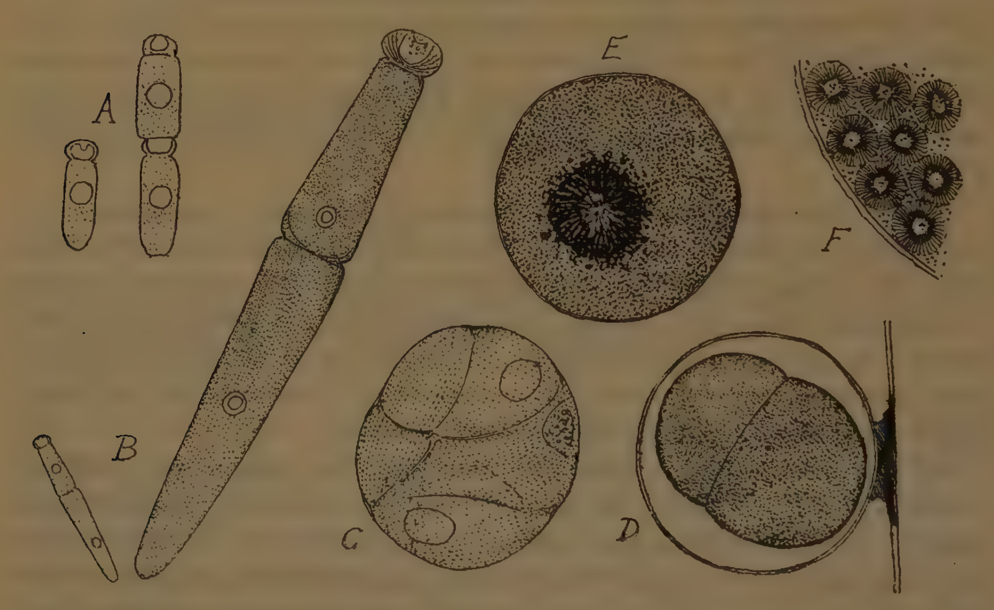
6° Elle permet d'interpréter plus sainement les aspects nucléaires qui accompagnent l'évolution des sporocytes, spermatocytes et ovocytes de premier ordre, et le mécanisme des mitoses maturatives. La « seconde division longitudinale », signalée à la fin de la prophase de la première mitose maturative par Sargant, Guignard, Grégoire et Schreiner, comme un fait exceptionnel caractérisant cette mitose, n'est pas autre chose que la *subdivision* décrite ici comme étant tout à fait générale.

7° Elle enlève toute possibilité à une conjugaison parallèle de chromosomes homologues.

ZOOLOGIE. — *Sur une Grégarine nouvelle du genre* Porospora. Note de M. **Paul de Beauchamp**, présentée par M. Yves Delage.

La Grégarine géante de l'intestin du Homard formait jusqu'à ce jour à elle seule un genre et une famille tout à fait à part : l'évolution de son kyste

qui n'a été interprétée que tout récemment par Léger et Duboscq (*Arch. f. Protistenk.*, t. XVII, 1909), comme constituant non une sporogonie, encore inconnue dans cette espèce, mais une véritable schizogonie, ne lui laisse de rapports qu'avec quelques formes elles-mêmes de position douteuse (*Aggregata*, *Gastrocystis*). Il n'est donc point sans intérêt de signaler ici une seconde espèce du genre *Porospora* qui, assez différente de *P. gigantea* par ses formes végétatives, apparaît comme tout à fait voisine par son évolution schizogonique. Je donne à cette espèce, rencontrée à Saint-Jean-de-Luz dans le tube digestif d'un Crabe, *Eriphia spinifrons* Herbst qui paraît à peu près constamment infecté, le nom de *Porospora Legeri* n. sp.



Porospora Legeri, n. sp. : *A*, formes très jeunes, isolées ou à peine couplées, × 500; *B*, syzygies normales, × 120; *C*, kyste en formation dans l'intestin moyen; *D*, kyste fixé aux parois rectales, individus encore distincts; *E*, kyste à contenu homogène, avec son disque adhésif vu de face (ces trois figures × 250 environ); *F*, portion d'un kyste mûr montrant les gymnospores, × 800 environ.

Les individus qu'on rencontre parfois en très grande abondance, dans la partie supérieure de l'intestin moyen, juste sous le pylore, sont caractérisés par leur forme relativement courte et trapue et leur réunion deux par deux en syzygie extrêmement intime; le premier individu présente un protomérite en bouton, dépressible en ventouse, pourvu à sa base d'une corbeille de fibrilles radiaires; le second, qui est d'une longueur un peu supérieure, n'en montre plus aucune trace en arrière de la cloison transversale de séparation, ainsi que cela s'observe dans le genre *Didymophyes* voisin des Clepsidrinidés; l'ensemble évoque à première vue une Grégarine tricystidée à

deux noyaux semblables (¹). On trouve de telles syzygies de toutes les dimensions comprises entre 750$^{\mu}$ et 75$^{\mu}$; au-dessous de cette taille seulement on rencontre parfois des formes jeunes à deux individus semblables et des individus séparés.

Les syzygies d'une taille quelconque peuvent s'enkyster ; ce processus débute dans l'intestin moyen, où le double individu se ramasse en une masse ovoïde entourée d'une membrane mince, qui est charriée dans le rectum et se colle à sa paroi juste au-dessus de l'anus par une sécrétion qui s'étale en disque adhésif. On voit alors son contenu se rétracter et prendre l'aspect d'un œuf à deux blastomères, puis ceux-ci se fusionner en une masse arrondie et homogène. A la suite de phénomènes cytologiques, fort analogues à ceux aperçus par Léger et Duboscq dans *P. gigantea*, et dont je poursuis l'étude détaillée, le kyste se trouve finalement rempli de petites sphères creuses, de 10$^{\mu}$ à peine de diamètre (quelles que soient les dimensions des kystes qui les ont fournies), les *gymnospores* des *Porospora* qui sont en réalité des groupes de schizozoïtes bactéroïdes disposés radiairement. Je puis affirmer que les kystes se détachent spontanément du rectum, car on trouve toujours dans celui-ci un grand nombre de disques adhésifs subsistant seuls ; il est probable qu'ils font déhiscence au même moment, car on ne trouve dans les fèces que des gymnospores isolées et non dissociées. Le reste de l'évolution, qu'il s'opère on non dans un autre hôte, est encore aussi inconnu que dans la forme du Homard.

Je tiens à faire remarquer en terminant que l'enkystement toujours double et précédé de la formation d'une syzygie extrêmement étroite, qui est constant chez *P. Legeri* s'il est plutôt rare chez *P. gigantea*, n'est pas davantage ici l'annonce, comme chez les autres Grégarines, d'une évolution gamogonique aboutissant à des sporozoïtes.

ZOOLOGIE. — *Les Langoustes de la côte occidentale d'Afrique, leur exploitation industrielle.* Note de M. A. Gruvel, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Au cours de mes différents voyages sur la côte occidentale d'Afrique et, plus particulièrement, dans le dernier (1909-1910), de la Guinée française au Cap de Bonne-Espérance, j'ai pu recueillir et étudier, sur place et au

(¹) Parfois l'article inférieur a deux noyaux et se montre alors souvent bifurqué; il y a eu évidemment coalescence de trois individus, mais il ne subsiste jamais de cloison entre les deux derniers.

laboratoire, à peu près, je crois, toutes les formes de *Palinuridæ* qu'on y rencontre.

La plus septentrionale est le *Palinurus vulgaris* Latr., dont des exemplaires absolument normaux se rencontrent sur la plupart des points rocheux des côtes du Maroc, en particulier à Mogador et au cap Bojador, qui semble être la limite sud extrême à laquelle on rencontre la forme normale.

Nos pêcheurs langoustiers bretons, en allant jusqu'au cap Blanc, ne manquent pas, en général, d'en capturer un certain nombre, au passage.

Au sud du cap Barbas, j'ai capturé dès 1905 un certain nombre d'exemplaires d'une variété africaine de l'espèce précédente, qu'on pourrait appeler *Palinurus vulgaris* Latr. var. *inflatus*. Cette forme spéciale présente, en effet, un céphalothorax beaucoup plus renflé que la forme vulgaire, avec des sillons dorsaux et latéraux plus profonds, ce qui entraîne l'éloignement plus considérable des grandes épines oculaires.

L'article inférieur des antennes internes est plus développé et atteint le milieu du troisième article des antennes externes.

Les sillons des tergites abdominaux sont absolument glabres et peu accentués; enfin, les fouets des exopodites des maxillipèdes sont beaucoup plus larges.

J'ai rencontré cette variété sur toute la côte mauritanienne, du cap Barbas jusque un peu au nord de Saint-Louis, par des fonds de 20^{m} à 50^{m} et souvent sur le sable coquillier.

Elle peut atteindre une très grande taille, le plus grand exemplaire que j'ai vu mesurait $0^{m},75$ de longueur (sans les antennes) et pesait près de 6^{kg}.

Elle est assez fragile et son transport en France, à l'état vivant, serait difficile, même si on la trouvait en quantité suffisante, ce qui n'est pas.

De Brito Capello a décrit, en 1864, une forme de Langouste, extrêmement intéressante, sous le nom de *Palinurus regius* ou Langouste royale, dont le type provenait des îles du Cap Vert. Depuis lors, les différents auteurs semblent l'avoir oubliée ou confondue avec d'autres espèces (nous reviendrons une autre fois sur ce sujet) et ce n'est qu'en 1905 que M. E.-L. Bouvier l'a fait revivre, pour ainsi dire, en indiquant nettement ses caractères incomplètement signalés par Brito Capello.

Dès le mois de mai 1905, au cours de mon premier voyage sur les côtes de Mauritanie, je signalais l'abondance extrême de cette espèce (qui semblait fort rare jusqu'ici) en certains points des côtes du Sahara et du Sénégal.

Depuis lors, je l'ai retrouvée, absolument identique au type, dans les localités

suivantes: en vivier à Las Palmas (îles Canaries), apportées par des pêcheurs de la côte saharienne (l'exemplaire du Muséum venant des Canaries a dû être acheté dans ces conditions; en tous cas, je n'en ai jamais vu pêcher en cette région); cap Barbas, cap Blanc et baie du Lévrier, environs de Saint-Louis, environs de Dakar (cap Manuel et Bel-Air), environs de Rufisque (Sai-Sai), petite côte du Sénégal (bancs de M'Bour et de Joal), Sainte-Marie-de-Bathurst, îles de Los (Guinée française), Est Libérien (Grand Sesters), Tabou et les piliers du wharf de Grand-Bassam (Côte d'Ivoire), environs d'Accra (Gold Coast), piliers du wharf de Kotonou (Dahomey), environs de Victoria (Cameroun); cap Estérias, Libreville; Loango (Gabon), nord de l'embouchure du Congo (phare de Moanda), Saint-Paul-de-Loanda, Saint-Philippe-de-Benguela, São-Nicalão, Mossamédès, Praya Amelia (Angola).

Cette espèce s'étend donc, sans aucun doute possible, sur toute la côte ouest africaine, du 23e degré de latitude nord environ au 16e degré de latitude sud.

Elle est aujourd'hui exploitée en grand par nos langoustiers bretons qui se rendent à Port-Etienne (baie du Lévrier) en 17 jours avec des dundee de 50 à 60 tonneaux et rapportent, en moyenne, de 6000 à 8500 langoustes royales vivantes dans les viviers du bord. Le dernier bateau arrivé à Douarnenez en a rapporté 8500, de Port-Etienne, avec une mortalité insignifiante. La moyenne de la pêche est de 700 langoustes par jour et par bateau.

A partir du sud de l'Angola, cette espèce est remplacée par une forme toute différente : le *Jasus Lalandei* M. Edw., dont l'exemplaire le plus septentrional de la côte a été recueilli aux environs d'Angra Pequena (Lüderitsbucht) dans le Damaraland allemand.

Elle devient extrêmement commune aux environs du Cap de Bonne-Espérance où sa valeur, au choix, est de 0fr,25 environ, et où une seule usine de conserves peut en traiter environ 3000 par jour.

C'est, je crois, à ces quatre formes que se borne toute la faune des *Palinuridæ* de la côte ouest-africaine.

Les autres espèces signalées me paraissent extrêmement douteuses. Je pourrai, je pense, démontrer, un peu plus tard, qu'il y a eu erreur ou sur les déterminations ou sur les localités.

ENTOMOLOGIE. — *Sur une anomalie remarquable de* Zonabris variabilis v. Sturmi (*Coléoptères Vésicants*). Note de M. J. Chatanay, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Le 22 juin 1910, j'ai capturé aux environs du Kroubs (prov. de Constantine, Algérie), sur des fleurs de *Scolymus grandiflorus*, un certain nombre

d'exemplaires de *Zonabris variabilis v. Sturmi* Baudi [1]. Cette variété, généralement rare dans la région, est très bien caractérisée par ses élytres en entier noirs, sauf, au quart postérieur, une étroite fascie oblique, d'un jaune rouge, qui le plus souvent part de la suture pour atteindre presque le bord marginal; chez certains exemplaires, elle peut être plus ou moins réduite, jusqu'à devenir ponctiforme ou même disparaître.

L'individu qui fait l'objet de la présente Note a l'élytre gauche normal; la fascie est très nette, à peine abrégée au côté externe. L'élytre droit au contraire est d'un dessin tout différent : une tache ponctiforme discale et, à la place de la fascie, une seconde tache, assez grande et subrectangulaire. Un tel dessin se rencontre chez une variété du même *Z. variabilis*, et chez une variété du *Z. prœusta*.

Cette anomalie semble rentrer dans un type encore peu étudié et insuffisamment caractérisé, du moins chez les Insectes. A ne considérer que les anomalies les plus fréquentes pour ce dernier groupe, elles consistent en effet : α, soit en l'hypertrophie ou l'atrophie plus ou moins complète de pièces chitineuses du squelette, pièces qui conservent leur nombre et leurs connexions; β, soit en l'augmentation ou la diminution du nombre des pièces squelettiques, qui peuvent de plus contracter des connexions anormales; γ, soit en variations des dépendances tégumentaires, en particulier en ce qui concerne l'importance relative et la répartition des pigments [2]. Dans le cas présent, il s'agit au contraire de la substitution à une pièce normale, chez un individu appartenant à une unité morphologique définie A, d'une autre pièce, qui serait entièrement normale si elle était observée chez un exemplaire de type différent et défini B. J'ai déjà eu l'occasion de signaler un cas analogue chez un autre Coléoptère, *Dytiscus verticalis* Say. Les *Dytiscus*, comme d'ailleurs tous les Dytiscides et très probablement même tous ou presque tous les Coléoptères du groupe des *Adephaga*, ont les tarses antérieurs et intermédiaires des ♂ dilatés et pourvus, à la face plantaire, de poils différenciés en organes adhésifs ou ventouses. Le plus souvent et spécialement pour le genre *Dytiscus*, les proportions des

---

(1) Ces exemplaires ont été vus et déterminés par M. Pic. Cependant le nom de *Sturmi* a été donné par Baudi à une variété mélanique des Alpes méridionales, qui, d'après la description, ne semble pas présenter le dessin si constant et si remarquable de la race algérienne. Celle-ci devrait peut-être être considérée comme distincte et décrite à part.

(2) Sont volontairement laissées de côté les anomalies internes, sans doute fréquentes, mais sur la nature et la statistique desquelles on est encore fort mal fixé.

divers articles du tarse, le nombre et les dimensions des ventouses qu'ils portent sont caractéristiques des espèces. L'individu en question est un ♂ provenant de l'État de New-York; il fait partie de la collection Régimbart, actuellement au Muséum. Les tarses antérieurs et l'intermédiaire droit ne s'écartent en rien du type spécifique; ils portent respectivement :

	Ventouses.		
	Art. I.	Art. II.	Art. III.
Tarse antérieur	2 + 35	33	50
Tarse intermédiaire	110 à 120	120	100

Le tarse intermédiaire gauche est au contraire d'un type très différent : ses trois premiers articles portent respectivement 270, 230 et 220 ventouses, et leurs proportions sont entièrement différentes. C'est par des écarts de cet ordre, et souvent même moindres, que sont caractérisées les espèces; je n'ai pu trouver jusqu'ici d'espèce nord-américaine reproduisant exactement, en type normal, les caractères de ce tarse anormal, mais un certain nombre d'entre elles me restent encore inconnues.

Ce genre d'anomalie est sans doute fort rare; outre les deux observations précédentes, je n'ai à signaler qu'un seul cas qui paraisse en tout semblable, et qui m'a été indiqué à la Société Entomologique. C'est celui d'un *Carabus* des Pyrénées-Orientales, intermédiaire entre *C. splendens* et *C. punctato-auratus*, avec tous les caractères de l'un et le thorax de l'autre; cet exemplaire était généralement considéré comme un hybride des deux, mais sans preuves décisives.

Par contre, le règne végétal nous présente des cas très analogues, sinon identiques, et beaucoup mieux étudiés. C'est d'abord celui de *Cytisus Adami*, hybride présumé des *C. Laburnum* et *purpureus*; certains rameaux reproduisent exactement soit le type *Laburnum*, soit le type *purpureus;* pour d'autres, la disjonction s'effectue dans la grappe même, qui est panachée de fleurs jaunes et rouges. Puis, celui des *Datura* de Naudin, ceux-ci hybrides expérimentaux, obtenus par croisement du type à fruit épineux avec la variété sans épines. Les fruits présentaient trois valves normales, épineuses, la quatrième au contraire lisse. Pour ce dernier cas, dont l'histoire est entièrement connue, l'interprétation des faits ne peut guère faire doute : il s'agit d'une disjonction de caractères étendue, partiellement et dès la première génération, à la partie somatique, au lieu qu'en règle générale elle ne s'observe qu'à partir de la deuxième, et qu'elle est alors ou

totale, ou nulle ([1]). Cette interprétation peut-elle s'appliquer aux autres cas, et en particulier à ceux que nous signalons aujourd'hui? Des recherches expérimentales nouvelles peuvent seules nous fixer de façon définitive.

Toutefois, il peut être intéressant de rappeler, à la suite des faits précédents, quelques autres cas un peu plus fréquents et mieux connus qui, sans être identiques, s'en rapprochent sans doute et relèvent de causes analogues. On a signalé, chez un grand nombre d'Insectes appartenant aux groupes les plus divers, des cas d'hermaphroditisme apparent, c'est-à-dire de mélange, chez le même individu, des caractères sexuels secondaires de l'un et l'autre sexe; le plus souvent d'ailleurs il n'y a aucun hermaphroditisme réel. Comme pour les exemplaires signalés de *Zonabris* ou de *Dytiscus*, le mélange n'a pas lieu par production de caractères intermédiaires, mais par plages juxtaposées, les unes ♂ pures, les autres ♀ pures, souvent une moitié du corps. Parfois (g. *Argynnis* et *Setina* Lep.), les caractères sont empruntés non aux deux sexes du type mais au ♂ d'une variété et à la ♀ d'une variété différente. On sait peu de choses sur les circonstances de production de ces anomalies; cependant (et c'est pourquoi nous avons cru devoir les signaler ici) il est très probable, d'après les observations d'Oberthür sur les *Lycœna*, qu'elles sont plus ou moins héréditaires et d'autre part, au cours de ses expériences sur les *Saturnia*, Standfuss en a obtenu quatre, dont l'origine hybride est certaine et connue, présentant par plages séparées les caractères paternels et maternels et rappelant ainsi de façon très remarquable les anomalies que nous signalions au début. Pour ces derniers cas il s'agit de disjonction somatique non douteuse; si la preuve peut être faite que la même interprétation vaille pour les autres, cela constituera une extension intéressante, et dès aujourd'hui probable, de nos connaissances, en ce qui concerne la transmission des caractères dans les cas d'hybridation.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la dégradation biologique des hydrates de carbone*. Note de M. A. **Fernbach**, présentée par M. Schlœsing fils.

Le *Tyrothrix tenuis* de Duclaux n'est pas seulement un ferment des matières albuminoïdes; il produit aussi une dégradation profonde des

([1]) Dans le cas simple de la loi de Mendel appliquée à un couple unique de caractères, la disjonction est nulle à la première génération, totale à la deuxième dans 50 pour 100 des individus, nulle pour le reste.

matières hydrocarbonées, ainsi qu'il résulte d'un travail de Péré (¹), lequel en faisant agir ce microbe sur le dextrose, la glycérine et d'autres composés hydrocarbonés, a obtenu un corps volatil, qu'il a cru, sans arriver à le caractériser plus nettement, être de l'aldéhyde glycérique gauche.

Ayant préparé des cultures en masse de *Tyrothrix*, nous avons fait agir sur divers hydrates de carbone soit la poudre obtenue en traitant les cellules du microbe par un mélange d'alcool et d'acétone, soit la macération aqueuse de cette poudre.

I. Si l'on traite par les microbes tués ou par leur extrait de l'amidon, soit soluble, soit à l'état d'empois, on voit d'abord ce corps se transformer rapidement en maltose, comme il le ferait sous l'influence d'extrait de malt. Le maltose est à son tour transformé par hydrolyse en dextrose; puis ce dernier corps est remplacé par une substance réduisant la liqueur de Fehling à froid, qui présente toutes les autres propriétés du glycérose (osazone fusible à 142°, décomposable à 172°). En étudiant de plus près ce produit, généralement considéré comme un mélange d'aldéhyde glycérique et de dioxyacétone, nous avons reconnu indiscutablement la présence de *dioxyacétone*, caractérisée par son osazone et les réactions colorées qu'elle fournit, d'après Denigès, avec les alcaloïdes et les phénols; mais nous n'avons pas obtenu les réactions indiquées par Wohl et Neuberg (²) comme caractéristiques de l'aldéhyde glycérique.

En opérant directement sur du maltose ou du dextrose, ou même sur du saccharose, on observe le même processus de dégradation. En dehors de la caséase étudiée par Duclaux, le *Tyrothrix* renferme donc de l'amylase, de la maltase, de la sucrase et, en outre, des diastases capables de produire le dédoublement des hexoses en trioses, dédoublement diastasique qui n'avait pas, à notre connaissance, été réalisé jusqu'ici.

Les macérations de *Tyrothrix tenuis* présentent encore d'autres propriétés intéressantes : outre qu'elles oxydent les polyphénols, comme le fait la laccase, elles manifestent la propriété, nouvelle pour des extraits microbiens, d'oxyder les alcools polyatomiques, par exemple la glycérine.

II. Mais ces propriétés oxydantes se manifestent plus rapidement avec les microbes vivants, et, en cultivant le *Tyrothrix* sur des milieux minéraux glycérinés, nous avons obtenu la *dioxyacétone* que nous avons isolée à l'état de cristaux caractéristiques possédant toutes les propriétés de la dioxyacétone obtenue par G. Bertrand dans l'action de la bactérie du sorbose sur la glycérine. Le *Tyrothrix tenuis* peut également, comme cette bactérie, transformer la sorbite du jus de sorbes en *sorbose*.

La dioxyacétone n'est pas le terme où s'arrête le microbe dans les dégradations qu'il provoque. Dans les cultures sur glycérine abandonnées à elles-mêmes on voit

---

(¹) *Annales de l'Institut Pasteur*, t. X, 1896, p. 417.

(²) *Ber. d. deutschen chem. Ges.*, t. XXXIII, 1900, p. 3095.

disparaître la dioxyacétone [fait déjà mentionné par G. Bertrand pour sa bactérie (¹)], avec une vitesse qui varie suivant les conditions de culture. Dans le liquide apparaît un produit nouveau, très facilement entraînable par la vapeur d'eau, réduisant la liqueur de Fehling à froid, qui n'est autre que le *méthylglyoxal*. En dehors des réactions générales des aldéhydes, nous avons caractérisé ce corps par son osazone, présentant la forme cristalline et le point de fusion (145°) indiqués par Von Pechmann (²), ainsi que la propriété de fournir une tétrazone bien cristallisée, fusible à 105° et décomposable à 124°.

Dans la préparation de l'osazone, on obtient encore une autre combinaison avec la phénylhydrazine, qui diffère de la première par son insolubilité dans l'alcool, et qui n'est autre qu'un dérivé de l'*aldéhyde formique*, décrit par Wellington et Tollens (³). Nous avons d'autre part constaté qu'il arrive un moment où le produit de distillation de nos cultures colore le bisulfite de rosaniline, réaction attribuable à la présence d'aldéhyde formique, que nous avons d'ailleurs caractérisée par toutes les réactions indiquées pour ce corps. A côté de l'aldéhyde formique, comme l'avait déjà entrevu Peré, on rencontre dans le distillat de l'*acide acétique*, dont la théorie prévoit la formation, accompagnant celle de l'aldéhyde formique, aux dépens du méthylglyoxal.

Ces corps, obtenus successivement en partant de la glycérine, on les obtient également aux dépens de l'amidon et du saccharose ainsi qu'aux dépens du sorbose produit en partant du jus de sorbes. L'apparition de l'aldéhyde formique s'accompagne de l'immersion du voile superficiel de microbes; les cellules perdent leur forme, et leur ensemencement montre qu'elles sont mortes, ce qui permet de supposer que les derniers stades de la dégradation sont, comme les premiers, provoqués par les produits de sécrétion des microbes.

En dehors de l'intérêt qu'ils présentent en eux-mêmes, les faits que nous venons d'exposer nous semblent avoir la plus haute importance pour l'étude du mécanisme profond de la fermentation alcoolique. Les recherches les plus récentes de Ed. Buchner et de ses collaborateurs ont conduit à supposer que les trioses sont les produits intermédiaires entre les hexoses et l'alcool. Si cette hypothèse est exacte, la dégradation du sucre par la levure doit se faire par un mécanisme tout à fait comparable à celui que le *Tyrothrix tenuis* met en œuvre et nous nous proposons d'en apporter prochainement la preuve expérimentael.

(¹) *Comptes rendus*, t. 126, 1898, p. 984.

(²) *Ber. d. deutschen chem. Ges.*, t. XX, p. 2543; t. XXI, p. 2752.

(³) *Ibid.*, t. XVIII, 1885, p. 3298.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action du ferment bulgare sur les substances protéiques et amidées.* Note de M. J. Effront, présentée par M. L. Maquenne.

En étudiant l'action du ferment bulgare sur le lait additionné de carbonate de chaux, nous avons reconnu que le poids d'acides formés au cours de la fermentation dépasse considérablement celui du sucre détruit.

Ce fait indique que la caséine a subi une transformation beaucoup plus profonde que celle résultant de l'action des pepsines ou trypsines; il faisait prévoir l'intervention d'une amidase ou d'une substance active analogue à celle dont nous avons constaté la présence dans les ferments butyriques ([1]).

L'amidase produisant toujours de l'ammoniaque au contact des substances protéiques et de leurs dérivés, il était intéressant de vérifier la production de ce corps dans la fermentation bulgare.

			Azote			Acidité	
	Milieu.	Durée.	total p. 100.	ammoniacal p. 100.	protéique p. 100.	totale, NaOH $\frac{1}{10}$.	volatile, NaOH $\frac{1}{10}$.
			mg	mg	mg	cm³	cm³
1.	Décoction de germes d'orge, 3 pour 100; Peptone Witte, 1 pour 100; $CaCO^3$, 3 pour 100.	Début........	490	8	114	3	1,5
		15 jours.....	»	231	15	183	87
		25 »	»	263	11	»	»
		40 »	»	296	4	»	»
2.	Le même avec glucose, 3 pour 100.	15 »	»	39	43	330	71
		28 »	»	63	24	»	»
3.	Peptone, 3 p. 100; $CaCO^3$, 3 pour 100.	Début.......	420	7	267	5	2
		3 jours.....	»	23	121	»	»
		15 »	»	170	18	98	65
4.	Peptone, 0,5 p. 100; Asparagine, 3 p. 100; $CaCO^3$, 3 pour 100.	Début.......	680	11	54	2	1
		35 jours.....	»	502	2	386	110
5.	Lait additionné de $CaCO^3$, 3 p. 100.	Début.......	518	6	495	»	»
		16 jours.....	»	56	70	340	87
6.	Lait pur.	16 »	»	39	112	270	46

Différents milieux sont, après stérilisation sous une atmosphère pendant 20 minutes, ensemencés avec une culture pure de ferment isolé de lactobacilline, puis maintenus à 40°. Dans l'échantillon prélevé on détermine l'azote total (par Kjeldahl), l'azote

([1]) *Comptes rendus*, 1908, p. 719, et 1909, p. 238.

ammoniacal (par la magnésie) et l'azote des protéoses (sulfate de zinc en présence d'acide sulfurique); dans le liquide dépouillé d'ammoniaque, filtré et additionné d'une quantité d'acide sulfurique équivalente à la magnésie dissoute, on dose alors l'acidité volatile et totale. Pour connaître celle-ci on évapore au bain-marie le liquide débarrassé d'acide volatil, on reprend le résidu par l'éther et l'alcool et l'on évapore à nouveau; on a ainsi les acides fixes qu'on ajoute aux acides volatils.

L'azote ammoniacal augmente considérablement au cours de la fermentation. Avec l'asparagine sa production équivaut aux trois quarts de l'azote primitif; avec la peptone, l'attaque est encore très active, puisqu'elle équivaut à plus de 40 pour 100 de l'azote initial.

Dans le lait l'azote ammoniacal apparaît aussi, mais la fermentation est beaucoup moins rapide.

Les milieux 1, 2, 3, 4 accusent une réaction fortement alcaline, tandis que les deux cultures sur lait sont devenues franchement acides. L'acidité des milieux, ainsi que la présence du glucose, ralentissent la production de l'ammoniaque.

Les protéoses contenues dans la peptone Witte sont très résistantes; inattaquables par la pepsine, elles ne sont que lentement et très incomplètement transformées par la trypsine; le ferment bulgare exerce sur elles une action rapide et très profonde : il y a formation successive d'amides et d'ammoniaque. Le précipité qu'on obtient par le sulfate de zinc dans le lait normal contient la caséine et l'albumine; celui que donne le lait fermenté en est complètement dépourvu. L'absence de caséine dans le lait fermenté a été aussi constatée par la méthode de MM. Bertrand et Weisweiller (1).

Les acides volatils du lait fermenté contiennent de l'acide formique et de l'acide acétique; dans le milieu 1 on n'a pas trouvé d'acide formique, mais un mélange d'acides acétique et propionique, en parties sensiblement égales, avec très peu d'acide butyrique; dans le milieu 3 il s'est produit un mélange d'acides propionique et butyrique; enfin le milieu 4 a fourni surtout de l'acide propionique, avec seulement très peu d'acide butyrique.

Avec le sucre on a constaté la présence d'acide lactique et d'acide succinique (2); celle de l'acide malique a été décelée dans les acides fixes des milieux 1 et 4, par l'acétate de plomb et la décomposition du sel fusible.

La présence de l'acide malique dans les milieux qui renfermaient de

---

(1) *Ann. Inst. Pasteur*, 1906, p. 977.

(2) La présence de l'acide succinique dans le lait a été reconnue par MM. Bertrand et Duchacek (*Ann. Inst. Pasteur*, t. XXIII, p. 402).

l'asparagine précise l'action de l'amidase y intervenant :

$$CO^2H - CH^2 - CH(NH^2) - CO - NH^2 + 2H^2O$$
$$= CO^2H - CH^2 - CH(OH) - CO^2H + 2NH^3.$$

Elle diffère peu de celle que nous avons constatée avec l'amidase du ferment butyrique où intervient l'hydrogène :

$$CO^2H - CH^2 - CH(NH^2) - CO - NH^2 + H^2O + H^2$$
$$= CH^3 - CH^2 - CO^2H + CO^2 + 2NH^3.$$

Du reste la présence de l'acide propionique dans le milieu 4 indique un travail mixte, conforme aux deux équations ci-dessus.

L'ensemble de ces données établit le fait que le ferment bulgare détruit très rapidement les matières albuminoïdes, en leur enlevant leur azote, qui prend la forme d'ammoniaque; il y a lieu de croire que c'est grâce à cette propriété, et non comme agent producteur d'acide lactique, que le ferment bulgare agit favorablement dans les affections gastro-intestinales.

L'action simultanée du ferment bulgare et des ferments putrides sur les milieux azotés fait l'objet d'une étude en cours.

MICROBIOLOGIE. — *L'inhalation de matière tuberculeuse bovine produit chez le bœuf, à dose infinitémale, de la tuberculose thoracique primitive.* Note de M. **P. Chaussé**, transmise par M. E. Roux.

En 1900 Nocard et Rossignol (*Bulletin de la Société de Médecine vétérinaire pratique*) réalisaient sur le bœuf des expériences d'inhalation par pulvérisation de doses considérables de virus dans les cavités nasales ou dans un sac de toile assujetti sur le mufle des animaux; ils infectaient par cette méthode quatre bovins et concluaient : « L'appareil respiratoire constitue la voie ordinaire et la plus efficace de l'infection tuberculeuse. »

Un peu plus tard, en 1904 (*Tuberkulosearb. a. d. kais. Gesundheitsamt*), MM. Kossel, Weber et Heuss infectaient aussi des veaux par inhalation de doses massives de cultures de type bovin.

Néanmoins les expériences ci-dessus étaient loin d'être probantes par suite des conditions artificielles réalisées et parce que la non-virulence des filtres mésentériques et cervicaux n'avait pas été vérifiée lors d'infection thoracique apparemment primitive.

Aussi, en 1905 et 1906 (*Annales de l'Institut Pasteur*, 1905, et *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1906), M. le professeur Vallée, se basant sur l'infection de veaux par ingestion, mais avec virulence des ganglions

mésentériques, et sur les échecs de tentatives d'infection par pulvérisation intra-pharyngienne et par injection intra-trachéale, concluait-il au contraire : « Des divers modes d'infection, l'ingestion est celui qui réalise le plus sûrement et le plus vite la tuberculisation des ganglions annexes du poumon. »

Simultanément (*Annales de l'Institut Pasteur*, 1905 et 1906), MM. Calmette et Guérin, ayant infecté des chevreaux et des bovins par ingestion, ce qui leur donna de la tuberculose mésentérique primitive et de la *tuberculose thoracique secondaire*, confirmaient les conclusions de M. Vallée : « De tous les modes de contagion, l'infection par le tube digestif est à la fois le plus efficace et celui qui s'accorde le mieux avec les conditions normales de l'infection naturelle. »

Enfin, en 1907, M. le professeur Chauveau (*Revue générale de Médecine vétérinaire*, 1er mai) revendique la priorité de cette thèse; cet éminent expérimentateur avait obtenu par ingestion, de 1868 à 1873, sur trois sujets de l'espèce bovine, de la tuberculose thoracique sans lésions intestinales ou ganglionnaires mésentériques.

Ainsi la théorie digestive de la tuberculose bovine semblait établie, et, par extension, la même théorie était appliquée aux autres espèces. Depuis, elle a subi diverses atteintes; mais nous ne pouvons rapporter ici les travaux qui lui sont opposables et qui sont tous, du reste, justiciables d'un reproche fondamental sur lequel a insisté avec raison M. le Dr Calmette : les expériences ont été réalisées dans des conditions artificielles, avec des doses massives; on a fait en quelque sorte, de même que Nocard et Rossignol, Kossel, Weber et Heuss, de l'inhalation forcée chez de petits animaux; telle est bien l'objection capitale aux expériences effectuées par inhalation, en plus de celle déjà signalée plus haut : la non-virulence des ganglions mésentériques n'a pas été établie.

Nous opposerons d'autre part, aux partisans de l'ingestion, qu'ils n'ont pas réalisé eux-mêmes d'expériences d'inhalation. Notre intention est de combler cette lacune en évitant les objections précédentes.

Expérience. — Dans une salle de 36^{m^3}, nous avons placé quatre jeunes bovins préalablement éprouvés à la tuberculine et n'ayant pas réagi. Ces animaux furent attachés comme ils le sont dans l'état de stabulation.

Nous avons prélevé 3^g de mucosités bronchiques chez un sujet tuberculeux ; la numération nous donna une teneur de 1555 bacilles au milligramme, soit 4 700 000 environ pour la totalité. Le produit fut ensuite délayé avec 1^l d'eau, et la pulvérisation en fut faite successivement par trois ouvertures du local, à l'aide d'un appareil de Richardson ; l'opération dura 50 minutes.

25 jours plus tard nos quatre sujets réagissaient à la tuberculine. Par la suite ils ne

présentèrent pas de symptômes nets de tuberculose. L'abatage fut effectué du 90ᵉ au 104ᵉ jour. A l'autopsie les quatre animaux étaient tuberculeux : les lésions siégeaient exclusivement dans le poumon et les ganglions annexes ; il y avait en moyenne 70 lésions pulmonaires distinctes par animal. Ces altérations examinées histologiquement avaient la structure caractéristique de la tuberculose et l'on y trouvait des bacilles.

Enfin l'inoculation des ganglions cervicaux et mésentériques fut faite à 10 cobayes pour chaque groupe de ganglions et pour chaque animal; ces ganglions ne se montrèrent jamais virulents.

Discussion et conclusions. — Nous avons réalisé chez le bœuf, par inhalation, avec du virus naturel, sans aucun appareil de contention, *à dose infime*, une tuberculose thoracique prononcée; cette tuberculose correspondait aux caractères de l'affection spontanée, avec cette différence que, dans cette dernière, il n'y a au début qu'une seule lésion pulmonaire, tandis que nous en avons obtenu 70.

Si l'on tient compte du dépôt rapide des particules liquides, de la quantité bacillaire pulvérisée, du nombre des lésions produites et de la capacité respiratoire des animaux, le calcul permet d'établir que *la dose minima infectante est d'un bacille.*

Nous conclurons donc :

1° L'inhalation de matière tuberculeuse bovine par pulvérisation liquide permet d'infecter le bœuf avec la dose bacillaire la plus infime;

2° Elle donne de la tuberculose thoracique primitive identique à l'affection spontanée.

GÉOLOGIE. — *L'activité séismique dans le Yun-nan méridional en 1909.* Note [1] de M. **Jacques Deprat**, présentée par M. Pierre Termier.

L'année 1909 a été marquée, dans la partie du Yun-nan située entre Yun-nan-Sen et la vallée du fleuve Rouge, par une période où l'activité séismique s'est montrée assez intense pour provoquer des secousses ruineuses dans l'aire pléistoséiste, justement traversée par le chemin de fer.

Période de mai. — Le 14, fortes secousses à $10^h 30^m$ et 11^h du soir; la visite de la ligne ferrée le lendemain matin montre dans la région de Sui-Kia-Tou la plate-forme hachée par les blocs tombés des à-pics; la tête du tunnel 333 est emportée, des murs sont détruits. Le 12 mai, à $12^h 40^m$, nouvelle secousse; des agents en tournée voient s'abattre des blocs entre les kilomètres 326 et 325. A $2^h 10^m$, nouvelle secousse faisant

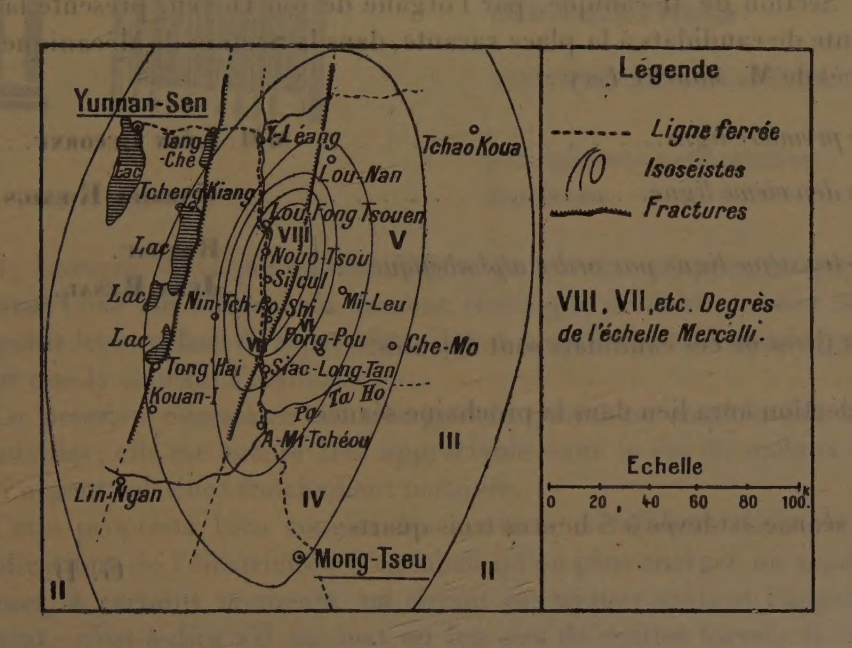
(1) Présentée dans la séance du 14 novembre 1910.

crouler des blocs sur 1^{km} de long. Jusqu'à Si-Eul, toutes les têtes de tunnels sont crevassées; à Si-Eul, le réservoir de la gare est fendu fortement; les bâtiments de la gare sont très endommagés. Nouvelles secousses à $6^h 20^m$, $7^h 02^m$; une très forte à $8^h 33^m$. Le 13, longue secousse à $6^h 45^m$ du matin; à ce moment la situation est la suivante : le village de Siao-Ho-Keuou détruit; à Si-Eul, la plupart des maisons se sont écroulées; il y a des morts et des blessés. A Po-Shi, les secousses ont été également violentes; les deux tiers des maisons et pagodes sont démolis; les bâtiments européens de la construction ont beaucoup souffert; le long de la ligne ferrée des remblais sont abîmés, le pont du kilomètre 307,946 est très fissuré; celui du 319 a des décollements dans la maçonnerie des tympans; un aqueduc est très atteint; la gare de Po-Shi est très endommagée. Puis, toujours le 13, les secousses se multiplient : à $9^h 22^m$, $11^h 45^m$ (faibles), $12^h 02^m$, $2^h 46^m$, $3^h 52^m$ (longues). Le 14, à $5^h 11^m$ du matin, $5^h 12^m$ (très violentes), $5^h 30^m$ (forte et longue), $7^h 08^m$, $8^h 08^m$, $8^h 42^m$ (longues). Le 15 mai, dernières secousses. A Si-Eul, il n'y a plus que trois maisons intactes. Il y a ensuite une accalmie. Le 1er juillet, une secousse à $7^h 30^m$ du matin achève le réservoir de Si-Eul et le bâtiment des voyageurs et fait rouler de nombreux blocs sur la voie. Le 23, nouvelle secousse violente à $10^h 15^m$. Dans la nuit du 26 au 27, une secousse sévère provoque l'écroulement du mur en retour amont du pont du kilomètre 319,898. Ensuite il y a une phase de tranquilité. En septembre, une forte secousse se produit le 8, à $6^h 58^m$, et le 10, une violente à $6^h 45^m$ qui brise, entre Po-Shi et Lou-Fong-Ts'ouen, les témoins placés sur les ouvrages en surveillance. La série des secousses se termine par une dernière le 27 octobre.

Les indications nombreuses que j'ai recueillies dans toute la région, à une très grande distance de la zone éprouvée, m'ont permis de dresser la Carte des isoséistes (voir la figure) en employant les degrés de l'échelle Mercalli. On y constate que l'aire pléistoséiste, où les secousses ont été véritablement ruineuses, se trouve dans la région de Lou-Fong-Ts'ouen à Po-Shi. J'y ai constaté moi-même la production de nombreuses petites failles à rejet atteignant une dizaine de centimètres dans la région de Nouo-Tsou. Cette partie du Yun-nan est traversée par le Pa-Ta' Ho, coulant au fond de cañons profonds entaillés dans le Dévonien moyen formé de bancs calcaires et de calcaires marneux extrêmement fissurés où les vibrations marginales s'exercent au sommet des à-pics avec la plus déplorable facilité, au grand dommage de la ligne ferrée qui passe dans le thalweg sous les à-pics.

J'ai pu déterminer avec la précision la plus absolue la position exacte de l'accident géologique qui cause ces mouvements séismiques. La petite Carte ci-contre montre que l'aire ébranlée affecte la forme d'une ellipse allongée dirigée à peu près NNE. Or j'ai pu reconnaître, dans le cours de mes explorations, deux fractures très importantes dans cette région. L'une est exactement jalonnée par les grands lacs de fracture de Tang-Che, Tch'eng-Kiang et Tong'Hai; j'ai pu suivre cet important accident beaucoup plus au Nord jusque vers le haut fleuve Bleu sur une longueur de plus

de 300km. Une fracture parallèle à la précédente coupe le Pa-Ta'Ho au-dessus de Siao-Long-Tan, puis passe à l'est de Po-Shi pour gagner avec une direction NNE, comme celle de la fracture des lacs, la région de Lou-Nan. On constate sur la Carte que les premières isoséistes sont nettement serrées autour de cette faille et que l'ensemble s'allonge exactement dans sa direction. Il se produit donc dans cette région un mouvement d'ensemble de tout un voussoir de l'écorce compris entre les deux grandes fractures, mais, comme le montre la disposition des isoséistes, avec un mouvement de bascule, puisque la faille orientale a joué fortement, tandis que la fracture des lacs ne paraît pas avoir rejoué sensiblement.



La région séismique considérée ici est excessivement plissée; des charriages s'y montrent; les plis hercyniens et himalayens s'y superposent; elle se trouve en outre à la jonction de la grande aire paléozoïque occidentale, poussée comme je l'ai montré antérieurement sur un grand géosynclinal triasique oriental; si l'on ajoute une série de grandes fractures NNE, souvent même N-S, on se rendra compte que cette zone se trouve dans les conditions d'instabilité les plus grandes.

Pour compléter ces données rapides, j'indiquerai qu'au mois de janvier dernier, alors que j'exploitais la région située à l'est de la fracture orientale, j'ai nettement entendu à plusieurs reprises, par un ciel parfaitement pur et ne pouvant par conséquent être attribués à un phénomène météorologique,

des *retumbos* qui n'ont été accompagnés d'aucune secousse perceptible. Depuis, une seule faible secousse s'est produite le 1er mai dernier. Mais il est à craindre que la faille orientale ne joue de nouveau.

A 4 heures et quart l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Mécanique, par l'organe de son Doyen, présente la liste suivante de candidats à la place vacante, dans la Section de Mécanique, par le décès de M. *Maurice Levy* :

En première ligne. . . . . MM. **Léon Lecornu.**

En deuxième ligne. . . . . **Gabriel Kœnigs.**

En troisième ligne par ordre alphabétique. . { **Rateau.** / **Jean Resal.** }

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures trois quarts.

G. D.